

514/2

Aus der Orthopädischen Klinik München-Harlaching der
Universität München

Direktor: Professor Dr. M. Jäger

PSEUDARTHROSEN DER LANGEN RÖHRENKNOCHEN

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
an der Ludwig Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von:

Hermann Meyr

aus:

8301 Bayerbach
Hochmoos 25

1984

Diss
München

Aus der Orthopädischen Klinik München-Harlaching der
Universität München

Direktor: Professor Dr. M. Jäger

PSEUDARTHROSEN DER LANGEN RÖHRENKNOCHEN

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
an der Ludwig Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von:

Hermann Meyr

aus:

8301 Bayerbach

Hochmoos 25

1984

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter : Prof. Dr. B. Rosemeyer

Mitberichterstatter : Prof. Dr. M. Jäger

Dekan : Prof. Dr. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 18. 10 1284

In der vorliegenden Arbeit soll versucht werden, das Thema "Pseudarthrosen der langen Röhrenknochen" anhand des Patientengutes der Orthopädischen Universitätsklinik München-Harlaching darzustellen.

Im allgemeinen Teil wird zuerst ein kurzer geschichtlicher Rückblick über die verschiedenen Behandlungsformen von Pseudarthrosen gegeben. Daran anschließend folgen zwei kurze Kapitel über die ungestörte und die gestörte Knochenbruchheilung. Nach einer Einteilung der verschiedenen Pseudarthrosenformen, werden einige der üblichen Operationsverfahren und ihre Anwendungsgebiete dargestellt.

Im zweiten Teil der Arbeit werden 164 Fälle von Pseudarthrosen der langen Röhrenknochen vorgestellt, die im Zeitraum von 1971 bis 1980 hier im Hause behandelt wurden. Dabei wird eine Unterteilung nach Tibia-, Femur-, Humerus- und Vorderarmpseudarthrosen getroffen. In der daran anschließenden Diskussion soll versucht werden, die Therapieprinzipien und die Therapieerfolge darzustellen und mit an anderen Kliniken erzielten Ergebnissen zu vergleichen. Es folgen einige ausgewählte Fallbeispiele mit dem dazugehörigen Bildanhang. Abschließend wird eine kurze Zusammenfassung über die vorliegende Arbeit gegeben.

Verwendete Abkürzungen:

P = Pseudarthrose

AP = aseptische Pseudarthrose

IP = infizierte Pseudarthrose

Geschichtliches zur Pseudarthrosentherapie

Im Folgenden soll ein kurzer Abriß über die Entwicklung der verschiedenen Therapieformen der Pseudarthrosen gegeben werden.

Astley Cooper traf bereits 1842 in London in seinem Buch "Treatise on Dislocations and Fractures of the Joints" sinngemäß folgende Feststellung zu Entstehung einer "non-union" und eines "false joint":

"Die Stoffe, welche zur Heilung einer Fraktur bereitgestellt werden können nie in Knochenkallus umgewandelt werden, wenn sie ständig Bewegung und Störung unterworfen sind." Zur Heilung empfahl er vollkommene Ruhe und Ruhigstellung, außerdem hielt er den Kontakt der Fragmente, sowie Druck der Oberflächen gegeneinander für notwendig. Wenn sich aber bereits ein Falschgelenk gebildet hatte so wurde von Cooper die Amputation vorgeschlagen. Schon 80 Jahre zuvor, um das Jahr 1760, wurde von Ch. White die Pseudarthrosenresektion eingeführt.

Bruns gibt im Jahre 1886 folgende differenzierte Klassifizierung der gestörten Frakturheilung:

1. Verzögerte Konsolidation

2. Pseudarthrose

Isolierte Vernarbung der Bruchenden

Fibröse Vereinigung der Bruchenden (straff oder schlaff)

Pseudarthrosenbildung

Die Defektpseudarthrose wird 1921 von G. Hohmann beschrieben, welche aber bereits Nussbaum 1875 und Hahn 1884 bekannt war. Nussbaum brachte zu dieser Zeit zwei Defektpseudarthrosen der Ulna mit einem Umkehrspan zur Heilung.

Hahn operierte eine Tibia-Defektpseudarthrose durch die Verpflanzung Tibia-pro-Fibula erfolgreich. Die Fibula wurde in das proximale Tibiafragment eingesetzt. Im Schrifttum wurde diese Operation entsprechend ihrer Fortentwicklung auch als "Hahn-Brandes-Plastik" bekannt. Die Tragkraft der unverletzten oder wiederhergestellten Fibula wird bei diesem Verfahren zum teilweisen oder vollständiger Ersatz der verlorengegangenen Stabilität der Tibia eingesetzt.

(Abb. 1a)

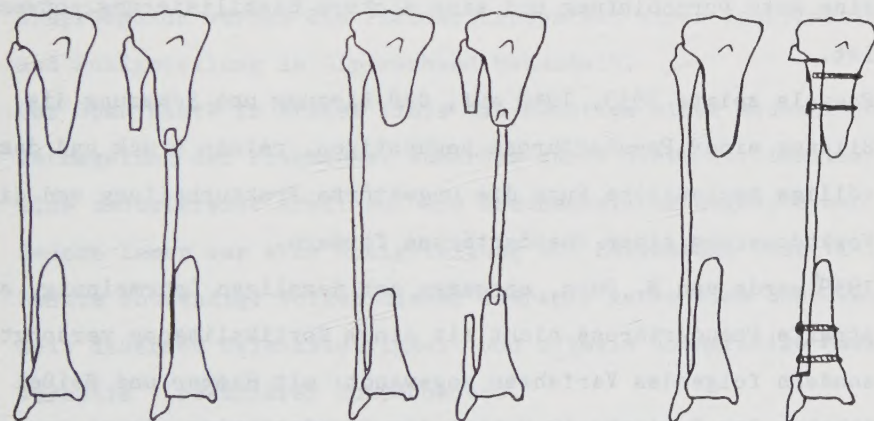


Abb. 1a: Hahn 1884

Abb. 1c: Zanolli 1960

Abb. 1b: Codivilla 1909

Abb. 1a, 1b: Verschiebung der Fibula nach Resektion in die Tibia
(dystopes Verfahren)

Abb. 1c: Die osteotomierte Fibula wird gegen die angefrischte Tibia verschraubt. Dadurch wird eine relativ gute primäre Stabilität erreicht.

(nach Weber/Cech, Lit. 45, S.80)

Albee (1920) und Lexer (1922) gingen von der Vorstellung aus, daß Bindegewebe im Pseudarthrosenspalt nicht mehr verknöchern kann. Daraus wurde folgende Therapie entwickelt: Resektion der Pseudarthrose, Eröffnung des Markkanals, Anregung der Osteogenese mit Hilfe eines Kortikalisspans.

1921 wurde von G. Hohmann in seiner Habilitationsschrift darauf hingewiesen, daß zur Ausheilung einer infizierten Pseudarthrose eine gute Durchblutung und eine sichere Stabilisierung notwendig ist.

Pauwels zeigte 1935, 1940 auf, daß Biegung und Scherung die Bildung einer Pseudarthrose begünstigen, reiner Druck und damit völlige mechanische Ruhe die ungestörte Frakturheilung und die Verknöcherung einer Pseudarthrose fördern.

1939 wurde von N. Dunn, entgegen der damaligen Lehrmeinung, eine straffe Pseudarthrose nicht mit einem Kortikalisspan versorgt, sondern folgendes Verfahren angewandt: mit Hammer und Meißel Abheben des Periosts im Gebiet der Pseudarthrose; dabei wurde mit dem Meißel gleichzeitig eine dünne Rindenschicht mit der Schaftkortikalis abgetragen, aber im Zusammenhang mit dem Periost belassen. Die Pseudarthrose wurde ausgeräumt, die verschlossene Markhöhle beidseits eröffnet.

Dieses Verfahren wurde von Charnley aufgegriffen, wobei aber zusätzlich zwischen die Schicht des abgehobenen Periosts mit den dünnen Knochenlamellen und die freigemeißelte Kambiumschicht Streifen reiner Spongiosa eingebracht wurden. Die Markhöhle wurde nicht eröffnet und damit die Blutversorgung der Fragmentenden nicht gefährdet. Charnley berichtet 1963 über 30 mit dieser Methode behandelte Fälle.

A.N. Witt unterscheidet 1952 in der Monographie "Die Behandlung der Pseudarthrose" nach straffer, schlaffer und Defektpseudarthrose. Er gibt als erfolgssicherste Operation der Pseudarthrose die autoplastische Knochentransplantation an.

1935 wurde von Pauwels die Biomechanik der Frakturheilung erarbeitet. Krompecher erbrachte 1937 den Nachweis einer primären kallusfreiern Frakturheilung bei mechanischer Ruhe.

Ursprünglich wurden die Pseudarthrosen mit einer Spanplastik und Ruhigstellung im Gipsverband behandelt.

Der Span hatte in erster Linie die Funktion einer mechanischen Verriegelung der Fragmente. Außerdem wurde diesen Kortikalisspänen eine induzierende Kraft auf die Knochenheilung zugesprochen.

Jedoch immer war eine Ruhigstellung und Entlastung über viele Monate notwendig. Folgen dieser Therapie waren eine über lange Zeit dauernde Gelenksteifigkeit und oftmals hochgradige Muskelatrophie (sekundärer Ruheschaden).

Zur Einführung der stabilen Osteosynthesen:

Küntscher entwickelte 1940 den nach ihm benannten Marknagel.

Die Druckplatte zur Osteosynthese wurde von Danis 1949, Razemon 1955, Decoulx und Razemon 1956, Müller 1960 eingeführt, bzw. verbessert.

1957 wird mit der Gründung der AO (= Schweizerische Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen) die Problematik der Frakturheilung systematisch bearbeitet. Dem Kliniker werden dadurch ein vollständiges Instrumentarium und genaue Richtlinien für eine operative Frakturbehandlung zur Verfügung gestellt. Durch diese neuen Techniken änderte sich auch die Behandlung der Pseudarthrosen grundlegend.

Spanverpflanzung und Ruhigstellung im Gipsverband treten in den Hintergrund, stabile Osteosynthese und frühfunktionelle Nachbehandlung werden eingeführt.

Zur Behandlung infizierter Pseudarthrosen entwickelt Judet (1961) den Fixateur externe. Das Prinzip des Fixateur externe wurde jedoch bereits viel früher angewendet: Malgaigne integrierte zwei frakturferne Metallstifte, die den Knochen durchbohren, in den Gipsverband. Lambotte bohrte Schrauben von einer Seite her durch die Fragmente und verband die herausragenden Schraubenenden mit Metallplatten. Charnley und Greifensteiner erzeugten Druckosteosynthesen mit Hilfe von transossären Steinmannägeln, bzw. Kirschnerdrähten und äußeren Spannern. In den letzten Jahren erfolgte hauptsächlich die Fixierung mit dem dreidimensionalen Fixateur externe, wie von der AO empfohlen wird.

Ungestörte Knochenbruchheilung

Die Knochenneubildung bei Frakturen weist eine große Ähnlichkeit mit der Knochenbildung während der Wachstumsphase auf. (Lit. 9, S. 224) Daran beteiligt sind die drei Blasteme Periost, Endost und Haverssche Systeme. Durch die Fraktur kommt es zur Blutung aus den Gefäßen von Mark, Knochen und Umgebung. Nach der Gerinnung wird das Frakturhämatom von Granulationsgewebe durchwachsen, im Frakturspalt kommt es zur Bildung eines bindegewebigen Kallus (gefäßreiches Bindegewebe). Die vom Endost und Periost ausgehenden Bindegewebszellen proliferieren und bilden knorpelige Grundsubstanz, oder von peri- und endostalen Mesenchymzellen wird früh osteoide Grundsubstanz gebildet. Da dazu besonders die periostalen Zellen in der Lage sind, kommt es zur Entwicklung von knorpelhaltigen Verbindungsbrücken im Gebiet der Kompakta (knorpeliger Kallus). Dieser knorpelige Kallus verkalkt und wird von Riesenzellen, die von eingesprossenen Kapillaren ausgehen, abgebaut.

Mesenchymzellen aus Endost und Periost differenzieren sich zu Osteoblasten und bilden Knochengrundsubstanz. So kommt es zur Entstehung eines provisorischen Kallus. Diese bereits knöcherne Verbindung wird neu durch Osteoklasten abgebaut, gleichzeitig kommt es zum Aufbau neuen Knochens durch Osteoblasten.

Nach Heberer (Lit. 14, S. 540) gibt es drei Voraussetzungen für die ungestörte Frakturheilung:

1. Inniger Kontakt der Fragmente
2. Ununterbrochene Ruhigstellung
3. Ausreichende Durchblutung der Bruchstücke

Unter diesen Voraussetzungen kommt es zur primären Frakturheilung

Werden diese Voraussetzungen nicht voll erfüllt, kommt es zur sekundären Frakturheilung.

Primäre Frakturheilung

Die Fraktur verheilt ohne Zwischenschaltung eines nicht knöchernen Gewebes, d.h. Heilung von Fragment zu Fragment ohne sichtbare Kallusbrücke (Lit. 45, S.14). Weber nennt zwei Voraussetzungen zur primären Frakturheilung:

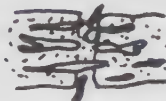
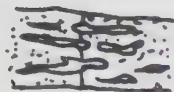
1. stabile Osteosynthese
2. erhaltene Vitalität der Fragmente

Sind diese Voraussetzungen gegeben, kommt es zur knöchernen Überbrückung des Frakturspalts ohne Bindegewebe und Knorpelzellen.

Bei direktem Kontakt der Fragmente kommt es zur Heilung durch längsgerichtete Osteone (Kontaktheilung), während bei einem leichten Auseinanderklaffen der Fragmente der Frakturspalt primär durch Knochengewebe aufgefüllt wird, und zwar ohne Einschaltung von Zwischenstufen (Spaltheilung). (Abb. 2)

Abb.2: Primäre Frakturheilung unter den Bedingungen der Plattenosteosynthese. 1. Kontaktheilung: Verzahnung der Fraktur durch direkt einwachsende Osteone.

2. Spaltheilung: Durch einsprossende Kapillaren kommt es im Frakturspalt zur Bildung von Geflechtknochen, der durch einwachsende Osteone dem Haversschen Umbau unterworfen wird. (nach Heberer, Lit. 14, S. 541)



1. Kontakt-
heilung

2. Spalt-
heilung

Um eine primäre Frakturheilung erreichen zu können, muß eine dauernde Stabilität während des ganzen Heilungsvorganges vorhanden sein, außerdem müssen die Fragmente vital sein. Ein avitales Fragment kann nur dann eingebaut werden, wenn es Anschluß an vitale Nachbarfragmente hat.

Sekundäre Frakturheilung

Es kommt zur Bildung eines Zwischengewebes (Kallus), das zu Knochengewebe umgewandelt wird.

Während die primäre Frakturheilung durch interne Stabilisierung (z.B. Plattenosteosynthese) erreicht werden kann, tritt die sekundäre Frakturheilung bei konservativer Versorgung von Frakturen mit Gipsverband auf. Dadurch wird keine absolute Ruhigstellung erreicht. Es entsteht zunächst ein wolkiger Kallus, der sich im Laufe der Zeit verdichtet. Die Frakturheilung geschieht über

verschiedene Stufen: Kallus-Fixationskallus-Knochengewebe.

Nach Weber (Lit. 45, S. 14) sind zur Differenzierung der Zellelemente mechanische Kräfte notwendig. (Abb.3)

Abb. 3: Verspannungsmechanismus der Frakturenden bei sekundärer Frakturheilung. Aufbau eines ruhig stehenden Leegerüsts aus Binde- und Knorpelgewebe, welches zur Kallusmanschette verknöchern kann. (nach Weber, Lit. 45, S. 14)



Es kommt zur Bildung eines Leegerüsts aus Bindegewebe (zugfeste Periostfaserschicht) und Knorpelgewebe (druckfestes interfragmentäres ehemaliges Blastem). Daran anschließend verknöchert das Leegerüst. Weber sagt dazu: "Sicher ist nur, daß die Ossifikationsvorgänge unter allen Umständen an die Gegenwart von Blutkapillaren gebunden sind." (Lit. 45, S.14). Im Unterschied zur primären Heilung werden für die sekundäre ungestörte Frakturheilung zwei Bedingungen gefordert: Ruhigstellung und Blutzirkulation.

Gestörte Knochenbruchheilung

Nach Eder (Lit. 9, S.225) ist es beim Regenerationsvorgang nach einer Fraktur von entscheidender Bedeutung, daß die zur spezifischen Leistung befähigten Periost- und Endostzellen in der Lage sind, die provisorischen und endgültigen Verbindungen zwischen den Frakturenenden zu bilden.

Die Frakturheilung kann nun durch folgende Faktoren gestört werden (lit. 14, S. 542 und Lit. 45, S.22ff):

1. Lokale Instabilität:

Bei gestörter primärer Frakturheilung kommt es dadurch zum Zusammenbruch der Osteosynthese noch vor Entstehung des Fixationskallus. Zwei Verlaufsformen sind möglich: Entweder kommt es durch die Ausdifferenzierung des Unruhekallus zum Fixationskallus und dadurch zur knöchernen Heilung, oder der Unruhekallus geht in die Pseudarthrose über. Dies wird gefördert durch eine weitergehende Störbeanspruchung, wie z.Bsp. die fehlende äußere Fixation.

Bei gestörter sekundärer Frakturheilung kann die Verknöcherung des Leengerüsts nach Pauwels nicht stattfinden, wenn außer axialen Kräften noch Scherkräfte und intermittierende Kompressionskräfte auf den Frakturspalt wirken. Es können durch die ständige Bewegung des Leengerüsts keine Gefäße in den Frakturspalt einsprossen, dadurch bleibt der Faserknorpel im Frakturspalt erhalten, während in den angrenzenden Gebieten mit mechanischer Ruhe eine überschüssige Verknöcherung stattfindet mit Ausbildung einer sogenannten "Elefantenfußpseudarthrose" (hypertrophe Pseudarthrose). Das Pseudarthrosengewebe behält in diesem Fall eine hohe osteogenetische Potenz, wodurch es bei nachfolgender Stabilisation rasch zur Heilung kommt. Treffen jedoch

fehlende Stabilität und gestörte Durchblutung zusammen, so entsteht die atrophische Pseudarthrose.

2. Devitalisierte Fragmente nach Trümmerfrakturen, die keinen Anschluß an vitale Fragmente haben
3. Infektion der Fraktur, die eine ungestörte Knochenbruchheilung meist verhindert. Zur Sequesterbildung kommt es bei Trümmerfrakturen eher in Gegenwart einer Infektion, da avitale Fragmente in diesem Fall kaum einheilen können.

Einteilung der Pseudarthrosen

(nach Weber und Cech, Lit. 45)

Zwei Faktoren sind, wie wir gesehen haben, von ausschlaggebender Bedeutung für die Heilung einer Pseudarthrose: Biomechanik und Vitalität. Unter der Voraussetzung einer entsprechenden Biomechanik, d.h. Ruhigstellung, kann eine Pseudarthrose zur Ausheilung gebracht werden, wenn die Fragmentenden ausreichende osteogenetische Potenz besitzen. Diese osteogenetische Potenz ist bei vitalen Pseudarthrosen vorhanden, so daß zum Durchbau eine sichere Stabilisierung meist ausreicht. Bei avitalen Pseudarthrosen kann die osteogenetische Potenz dadurch hergestellt werden, daß eine Knochentransplantation erfolgt, bzw. die avitalen Fragmentenden reseziert werden.

1. Vitale Pseudarthrose= biologisch reaktionsfähige Pseudarthrose

1.1. Hypertrophische kallusreiche Pseudarthrose= Elefantenfuß.

(Abb. 4)

Diese Form ist typisch nach ungenügender Ruhigstellung bzw. verfrühter Belastung bei erhaltener Vitalität der Fragmente.

1.2. Hypertrophische kallusarme Pseudarthrose= Pferdefuß.

(Abb. 5)

Diese Form entsteht meist nach leicht instabiler Plattenosteosynthese.

1.3. Hypertrophische kalluslose Pseudarthrose (Abb. 6)

Die Ursachen sind in zu starker Extensionsbehandlung oder nach Dislokation der Fragmente zu suchen. Der Aufbau eines Leengerüsts ist nicht möglich, dadurch kann kein Kallus gebildet werden. Es entstehen grundsätzlich schlaaffe Pseud-

arthrosen, da jede fixierende Struktur fehlt.

Die biologischen Voraussetzungen für einen knöchernen Durchbau sind bei den drei oben genannten Formen günstig, da die Vitalität erhalten ist und zur Heilung lediglich die Stabilität.

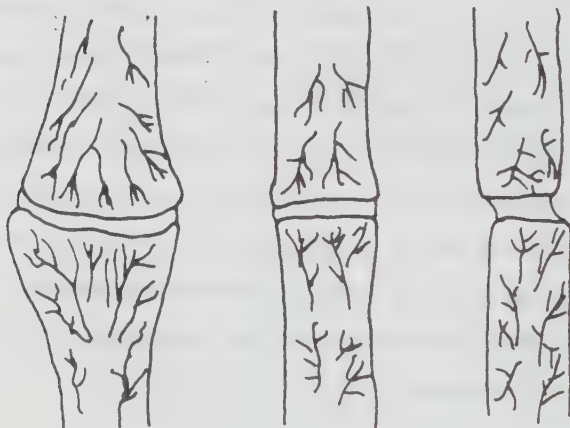


Abb. 4: Elefanten-
fußp.

Abb. 5: Pferde-
fußp.

Abb. 6: Hypertroph.
kalluslose P.

Gemeinsames Merkmal der vitalen Pseudarthrosen, ist die ausreichende Gefäßversorgung der Fragmentenden und damit die vorhandene osteogenetische Potenz.

2. Avitale Pseudarthrosen= biologisch reaktionsunfähige P.

Vier Formen werden unterschieden:

2.1. Dystrophische Pseudarthrose= Drehkeilp. (Abb.7)

Definition: Ein intermediäres Fragment ist nur gegen ein Hauptfragment eingeheilt. Diese Form ist typisch für Tibia-

frakturen, die mit Verschraubung und Platte versorgt waren. Dystrophisch wird diese Form der Pseudarthrose deshalb genannt, weil die Ernährung asymmetrisch gestört ist.

2.2. Nekrotische Pseudarthrose= Trümmerzonenp. (Abb. 8)

Zwischen zwei und mehr nekrotischen Fragmenten ist ein offener Frakturspalt vorhanden.

2.3. Defektpseudarthrose (Abb. 9)

Sie können nach einer frischen Fraktur mit Substanzverlust oder nach Substanzverlust durch Infekt (Sequester) entstehen.

2.4. Atrophische Pseudarthrose (Abb. 10)

Jegliche osteogenetische Potenz fehlt, durch Inaktivität kommt es zu Osteoporose und Atrophie.

Der grundlegende Unterschied zwischen vitalen und avitalen Pseudarthrosen besteht darin, daß bei der avitalen Form die pseudarthrosennahen Zonen in Bezug auf ihre Blutversorgung schwer geschädigt sind. In diesem Falle ist die Schaffung der biomechanischen Voraussetzungen, d.h. der Stabilität, für die Heilung nicht ausreichend. Eine Knochentransplantation, bzw. eine Resektion der atrophischen Pseudarthrosenenden ist notwendig, da das osteogenetisch reaktionsfähige Substrat fehlt.



Abb. 7: Drehkeilp.



Abb. 8: Trümmerzonenp.



Abb. 9: Defektp.



Abb. 10: Atrophische P.

Die Plattenosteosynthese zur operativen Therapie von Pseudarthrosen

Ein Hauptziel bei der operativen Versorgung von Pseudarthrosen ist die sichere und über einen ausreichend langen Zeitraum bestehende Stabilisierung der Fragmente. Eine Möglichkeit der sicheren Stabilisierung ist die Osteosynthese mit einer oder gegebenenfalls zwei Metallplatten, die durch Schrauben mit den einzelnen Knochenfragmenten straff verbunden sind. Im Folgenden sollen die entsprechend der AO vorgeschlagenen Platten, ihre Funktion und ihre Einsatzmöglichkeiten beschrieben werden.

Platten zur Versorgung von Pseudarthrosen werden hauptsächlich bei aseptischen Pseudarthrosen eingesetzt. Weber und Cech geben zwei Sonderfälle an, in denen Platten auch bei infizierten, bzw. ehemals infizierten Pseudarthrosen angewendet werden können: Die ehemals, jetzt nicht mehr fistelnde Pseudarthrose (vital) ohne Substanzdefekt. Der Zugang ist möglichst abseits des ehemals fistelnden Gebietes zu wählen, außerdem muß die Platte biomechanisch optimal liegen. Durch die Fisteln hindurch ist die Plattenosteosynthese nur dann zu verantworten, wenn durch keine andere Stabilisierungsart eine günstige Ruhigstellung erreicht werden kann, die Infektion nur sehr blande ist und Sequester fehlen. Weise und Schmelzeisen (Lit. 46) beschreiben bei infizierten Pseudarthrosen des Oberschenkelschaftes als Stabilisierungsmöglichkeit die überbrückende Platte. Dabei soll möglichst wenig Metall in den Pseudarthrosenbereich zu liegen kommen. Die Platte hat hier gegenüber dem Fixateur externe den Vorteil, daß die Durchführung krankengymnastischer Begleittherapie durch das

Fehlen der Muskeltransfixation erleichtert wird. Eine liegende Saug-Spül-Drainage kann belassen werden.

Eine Gegenindikation zur Platte ist beim Wechsel des Osteosyntheseverfahrens vom Marknagel zur Platte in der Diaphyse der langen Röhrenknochen gegeben. Marknagelentfernung und Verplattung gefährden die Blutversorgung der Fragmente stärker als der Übergang zu einem dickeren Nagel. An der Meta-Epiphyse kann auf die Platte übergewechselt werden, da die Blutversorgung in diesem Bereich besser ist und der Nagel wegen der geringen Einbindetiefe in das kurze Fragment häufig nicht zur gewünschten Stabilität führt.

Folgende Arten von Platten werden von der AO vorgeschlagen:

- a) gerade Platten: schmale, breit, Halbrohr-, Drittelrohrplatten, DC-Platten.
- b) Winkelplatten, Kondylenplatten.

Bei der Plattenosteosynthes von Pseudarthrosen ist im Gegensatz zur Osteosynthese von frischen Frakturen zu beachten, daß die Platten bei Pseudarthrosen stärker beansprucht werden und das Plattenlager wegen der häufig bestehenden Osteoporose weniger Halt bietet. Daher werden Platten zur Versorgung von Pseudarthrosen meist stärker dimensioniert und es kommen längere Platten zum Einsatz. Weber und Cech geben bei bestehender Osteoporose die Möglichkeit an, das Plattenlager durch Knochenzement zu verstärken. (Abb. 11)



Abb. 11: Verbesserung des Schraubenhalts mit Hilfe von Knochenzement (nach Weber u. Cech) (bei Osteoporose)

Bei Pn, die mit einer Platte versorgt werden sollen, wird meist die Druckosteosynthese angestrebt. Möglich sind verschiedene Arten von Plattenosteosynthesen.

Zuggurtungsplatte: Sie wird bei vitalen aseptischen Pn mit Knickung in der Diaphyse verwendet. Ihr Vorteil ist maximale Festigkeit mit einem Minimum an Metall. Sie ist über der Konvexität der Deformität unter Zug zu verschrauben, d.h. auf der Seite herrschender Zugspannungen. Dadurch wird die Platte auf Zug beansprucht, die Fragmente werden gegeneinander unter Druck gesetzt. Besonders am Beinskelett wird die zur funktionellen Nachbehandlung und Teilbelastung notwendige Stabilität erreicht. Nach Weber u. Cech wird die Pseudarthrose entweder nach drei Monaten fest oder es kommt zum Plattenbruch. Auf den Plattenbruch wird später noch eingegangen.

Weber u. Cech beschreiben die Verwendung eines modifizierten AO-Spanngerätes, das den Vorteil bietet, auch stärkere Deformationen ausgleichen zu können. Außerdem kann der Spanner montiert werden, noch bevor er in die Platte eingehängt wird.

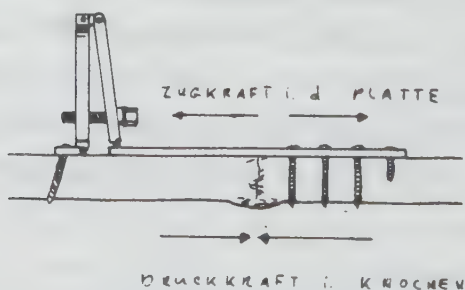


Abb. 12: Die unter Zugspannung versetzte Platte korrigiert die Fehlstellung (Konvexität auf Plattenseite) und komprimiert die Pseudarthrose (Nach Weber u. Cech)

An der oberen Extremität soll bei deformierten Pseudarthrosen die Platte, wenn möglich, über die Konvexität der Verformung gelegt werden. Ist aus anatomischen Gründen eine ideale Plattenlage nicht möglich, so kann die Pseudarthrose durch eine Osteotomie oder durch Manipulation so weit mobilisiert werden, daß die Deformität aufgehoben ist. Diese künstlich schlaff gemachte Pseudarthrose kann nun von einem anatomisch möglichen und günstigen Zugang aus versorgt werden, wobei die Platte als axiale Druckplatte angelegt wird. Die typische Indikation zur axialen Druckplatte ist am Vorderarm gegeben, wenn eine Knickung zum Partnerknochen hin besteht und daher eine Zuggurtungsplatte aus anatomischen Gründen nicht verwendet werden kann. (Abb.13)

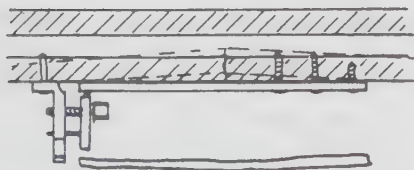


Abb. 13: Druckosteosynthese der P. mit axialer Druckplatte. Platte entgegen der Knickung vorgebogen. (nach Weber u. Cech)

Zur Brückenplattenosteosynthese kann gesagt werden, daß dadurch ein Knochendefekt überbrückt wird, der anschließend mit autologer Spongiosa aufgefüllt wird. Durch die Brückenplatte wird die Längsachse und Torsion gesichert, jedoch ist die Stabilität geringer als bei einer Druckosteosynthese. Indikation zur Brückenplattenosteosynthese ist bei nicht oder nicht mehr infizierten Pseudarthrosen mit Defekt gegeben. Es ist aber darauf zu achten, daß die Platte so lange als nur möglich gewählt wird, da die Fragmente solcher Fälle meist atrophisch und von schlechter Konsistenz sind. Die Brückenplatte hat die Funktion eines Platzhalters zusätzlich zur Stabilisierung. (Abb. 14)

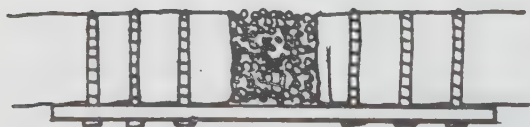


Abb. 14: Defektpseudarthrose, mit Brückenplatte und autologer Spongiosa versorgt.

Zur operativen Versorgung von Unterarmpseudoarthrosen mit Platten:

Finkbeiner (Lit. 11) kommt zu dem Ergebnis, daß die Druckplattenosteosynthese die erfolgreichste operative Maßnahme zur Sanierung ist. Ebenso ist laut Pfister (Lit. 34) die regelgerecht durchgeführte Plattenosteosynthese die optimale Methode der Stabilisierung im Unterarmschaftbereich. Albach (Lit. 2) zeigt in einer Nachuntersuchung von Patienten mit Pseudoarthrosen im Vorderarm, daß zur Wiederherstellung der Arbeitsfähigkeit die stabilen Osteosynthesen, meist Plattenosteosynthesen, das Mittel der Wahl ist. Er weist darauf hin, daß beim Implantatwechsel von Platte zu Platte auf eine neue Lochwahl zu achten ist, um einen festen Schraubensitz zu erhalten. Der entscheidende Vorteil der Plattenreosteosynthese am Unterarm ist die rasche Wiederherstellung der Beweglichkeit, insbesondere der Umwendbewegungen. Bei hypertrophen Pseudoarthrosen reicht die Druckplatte allein aus, bei reaktionslosen und Defektpseudoarthrosen soll mit Spongiosaplastik kombiniert werden.

Auch bei Oberarmschaftpseudoarthrosen ist laut Mentzel (Lit. 31) die Druckplattenosteosynthese allen anderen Verfahren überlegen. Nicht in jedem Fall bedarf es jedoch einer breiten Platte, für den Patienten mit zartem Knochenbau und schwacher Muskulatur genügt eine korrekt angebrachte schmale Platte vollauf.

In einer Nachuntersuchung, bei der die Plattenosteosynthese bei nicht infizierten Pseudoarthrosen langer Röhrenknochen mit der Osteosynthese durch den Marknagel verglichen wird, ergibt sich für Hoehndorf (Lit. 16), daß für die Pseudoarthrosenversorgung der oberen Extremitäten die Plattenosteosynthese dem intramedullären Kraftträger vorzuziehen ist.

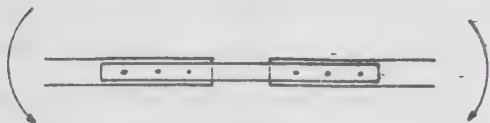
An der unteren Extremität kommt Hoehndorf zu dem Ergebnis, daß der Markraumnagel bei der Pseudarthrosenbehandlung im mittleren Schaftdrittel von Femur und Tibia zwar gute Dienste leistet, speziell bei hypertrophen Falschgelenken. Die biomechanische Stabilität ist jedoch durch eine Druckplattenosteosynthese mindestens ebenso, wenn nicht sogar besser gewährleistet.

Zum Plattenbruch: Um einen Plattenbruch zu vermeiden, muß die Pseudarthrose schneller fest sein, als daß die Platte durch Materialermüdung bricht. Besonders häufig tritt der Plattenbruch nach Trümmerfrakturen auf. Die Ursache für das Auftreten der Pseudarthrose liegt dann entweder in der Instabilität der Osteosynthese bei vitalen Fragmenten, oder es ist eine Verknöcherung durch nekrotische Fragmente nicht möglich. Bei vitalen Fragmenten wird von Weber und Cech (Lit. 45) entweder der Wechsel auf den Marknagel oder eine erneute Plattenosteosynthese empfohlen. Sind nekrotische Fragmente vorhanden, soll wiederum eine Platte, diesmal mit autologer Spongiosa eingebracht werden. Die autologe Spongiosa beginnt nach sechs Wochen als Kraftträger zu fungieren und die Platte zu entlasten.

In einer Stabilitätsanalyse intern fixierter Defektpseudarthrosen unter Verwendung verschiedener autologer Knochentransplantate weist Kleining (Lit. 22) mit Hilfe eines Modells nach, daß Defektpseudarthrosen am Unterarm stabiler durch eine um 90° zur Biegungsebene versetzte Platte versorgt werden können, auch ohne Einbringung druckbelastbaren Materials (Kortikalis) in den Defekt. Durch die versetzte Plattenlage werden das Flächenträgheitsmoment, die Biegesteifigkeit und damit die Verformung der Platte wesentlich günstiger (Abb. 15).



Platte in Biegungsebene



Platte 90° zur Biegun-
sebene versetzt

Abb. 15: Versuchsanordnung von Kleining

Marknagelung bei Pseudarthrosen

Indikation zur Marknagelung:

M. Jäger (Lit.19) gibt 1973 folgenden Anwendungsbereich des Marknagels bei Pseudarthrosen an: gegebene Indikation bei Femur- und Tibiapseudarthrosen in Schaftmitte. Bei hypertrophischen Pseudarthrosen ist die Aufbohrung und stabile Nagelfixation meist ausreichend, ev. mit einer Dekortikation verbunden. Bei atrophischen Pseudarthrosen dagegen ist die zusätzliche Spongiosaplastik unbedingt erforderlich. Ebenso ist nach Hoehndorf (Lit. 16) der Markraumnagel bei der Pseudarthrosenbehandlung im mittleren Schaftdrittel von Femur und Tibia geeignet, besonders bei hypertrophischen Falschgelenken. Er weist jedoch darauf hin, daß eine ausreichende biomechanische Stabilität durch die Versorgung mit der

Druckplatte mindestens ebenso, wenn nicht besser gewährleistet ist.

Nach Weber und Cech (Lit. 45) ist die Markraumstabilisierung außerdem bei Drehkeilpseudarthrosen mit nur einem zirkulationsgestörten Fragment indiziert, besonders nach Plattenbruch, wenn zusätzliche Spongiosaplastik nicht erforderlich ist. Der Vorteil einer Nagelung bei Drehkeilpseudarthrosen mit geringen Nekrosezonen ist die oft volle und sofortige Belastungsstabilität. Bei größeren Nekrosezonen wird die Platte in Kombination mit der Spongiosaplastik zum Einsatz kommen. Die Zeit bis zum knöchernen Durchbau wird mit drei bis sechs Monaten angegeben. Liegt bereits ein gelockerter in einer günstigen Position, kann er nach Markraumaufbohrung durch einen dickeren Nagel ersetzt werden. Dies hat nur Gültigkeit für den diaphysären Bereich, da in der Epiphyse, bedingt durch den weiten Markraum, auch durch einen dickeren Nagel keine ausreichende Stabilität erreicht werden kann. Die Plattenosteosynthese nach einer Nagelung im mittleren Drittel von Femur und Tibia wird abgelehnt, da ein erheblicher Zirkulationsschaden verursacht werden kann.

Im Unterschied zur frischen Fraktur ergibt sich, besonders bei der Elefantenfußpseudarthrose, folgende Besonderheit: Der Knochen kann außerordentlich hart sein, außerdem ist der Markraum oft mehr oder weniger abgedeckelt, so daß die Bohrung vorsichtig mit dem Handbohrer vorbereitet werden muß, bevor die maschinelle Aufbohrung erfolgt. (Abb. 16)

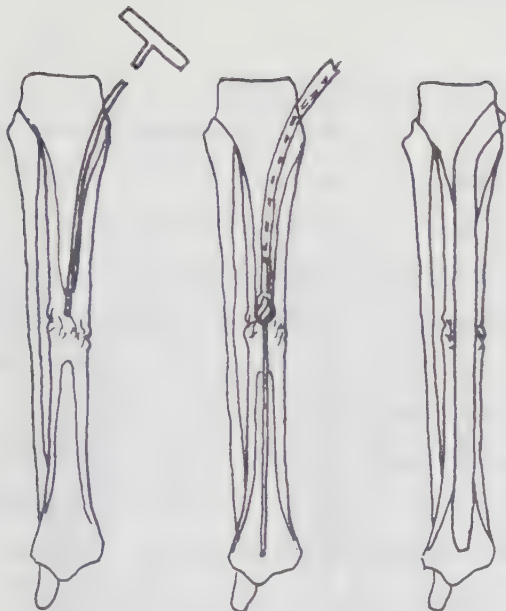


Abb. 16a

b

c

Abb. 16a: Rekanalisierung
mit dem Handbohrer

Abb. 16b: Maschinelle Auf-
bohrung

Abb. 16c: Einschlagen des
Tibiamarknagels

Erforderlich sind außerdem ständige Röntgenkontrollen während der Bohrung, da wegen der häufig vorhandenen Osteoporose die Kortikalis mit weggefräst werden kann.

Auch Albach (Lit. 2) weist in einer Untersuchung über Vorderarm-pseudarthrosen darauf hin, daß beim Aufbohren von Radius und Ulna besondere Vorsicht geboten ist, um nicht benachbarte Strukturen zu schädigen. Eine ausreichende Stabilität kann mit dem Marknagel nur erreicht werden, wenn er sich in einem möglichst großen Abschnitt jedes Fragments verklemmen kann.

Hoehndorf (Lit.16) berichtet über einige Fälle von Reosteosynthesen nach Pseudarthrosen, bei denen speziell nach Verwendung des Küntschernagels oft mehrfache Implantatwechsel wegen Nagelwanderung -verbiegung oder -bruch notwendig waren.

Die Marknagelung bei infizierten Pseudarthrosen:

Nach Rüter und Burri (Lit.37) ist die Marknagelosteosynthese bei infizierten Pseudarthrosen kontraindiziert, da durch die Nagelung der Infekt über den gesamten Markraum verschleppt werden kann und dadurch die Gefahr der Markraumphlegmone gegeben ist. Auch Weber und Cech (Lit. 45) lehnen daher die primäre Stabilisierung einer infizierten Pseudarthrose mit dem Marknagel ab. Wenn aber bereits ein noch festsitzender Nagel liegt, wird folgendes Vorgehen empfohlen: Überbrückende Spongiosaplastik unter Umgehung der Fistel (Abb. 17a); nach circa sechs bis acht Wochen wird die infizierte Pseudarthrose trotz weiterbestehender Fistelung knöchern überbrückt sein, daraufhin Nagelextraktion und Spüldrainage (Abb. 17b). Später Defektauffüllung mit nochmaliger Spongiosaplastik oder Ausmuldung mit Thiersch-Plastik. (Abb. 17c). Liegt jedoch bei infizierter Pseudarthrose ein lockerer Marknagel, so ist er als Sequester aufzufassen und daher sofort zu entfernen.

Weise und Schmelzeisen (Lit. 46) geben als Ausnahmeindikation zur Verwendung des Marknagels bei infizierten Pseudarthrosen den blauen Infekt an, weisen jedoch darauf hin, daß dieses Verfahren nur äußerst selten angewendet wird.

Zusammenfassend läßt sich also sagen, daß zur Marknagelung in erster Linie reaktiv-vitale, aseptische Pseudarthrosen im mittleren Schaftdrittel von Femur und Tibia ohne wesentliche Fehlstellung geeignet sind. Vorteile sind die oft sofortige Belastungsstabilität sowie ein relativ schonender Eingriff, nachteilig ist die nicht erreichbare Torsionsstabilität.

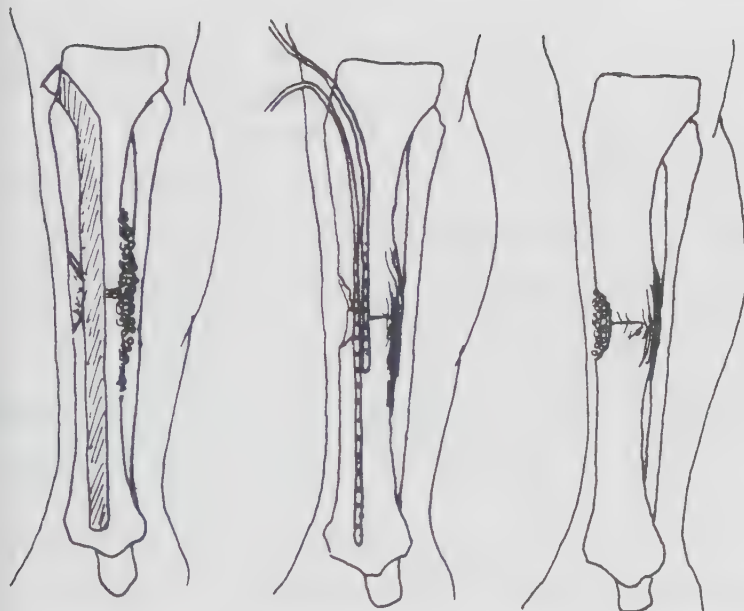


Abb. 17a

17b

17c

Infizierte Tibiapseudarthrose bei festsitzendem Marknagel

Die elektrodynamische Feldtherapie am Beispiel des Elektronagels (nach F. Lechner, Lit. 25)

Es konnte nachgewiesen werden, daß im und über dem atrophischen Pseudarthrosengewebe die elektrischen Leistungsbedingungen enorm ungünstig sind, im Vergleich zum gesunden Knochengewebe.

Der elektrische Widerstand ist fünf bis zehn Mal so hoch wie im normalen Knochen. Das Grenzflächenpotential am Knochen scheint innerhalb eines Reglerkreises Umbau-, Aufbau- und Regenerationsvorgänge zu steuern, woraus sich bei Veränderungen Störungen im Knochenzellsystem ergeben. So wurde versucht von außen her mit Hilfe der elektrodynamischen Feldtherapie die Regenerationsvorgänge am Knochen zu verbessern. Dazu ist die Einbringung von autologer Spongiosa wegen ihrer guten Leitfähigkeit Voraussetzung.

Technik: Bei der Versorgung einer Pseudarthrose mit dem Elektromarknagel wird am Ende der Operation die Sekundärspule in das Lumen des Küntschernagels eingeführt. Der gesamte Nagel dient dann als Elektrode und wird rhythmisch negativ und positiv entsprechend der gewählten Frequenz geladen. (Abb. 18)

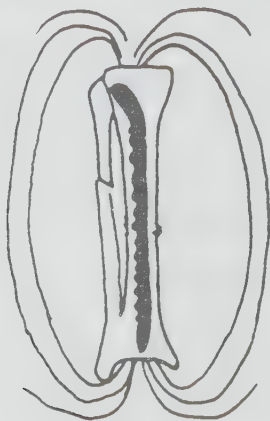


Abb. 18: Prinzip der elektrodynamischen Feldtherapie. Elektromarknagel mit Überträger im Lumen. Induktion durch die extern pulsierenden Magnetfelder, der gesamte Nagel dient als Elektrode. (nach Lit. 25,944)

F. Lechner (Lit. 25) gibt als Beginn der Behandlung den achten postoperativen Tag an, um die bei früher einsetzender Therapie auftretende Schwellung und Hypersekretion zu vermeiden. Begonnen wird mit zweimal 10 bis 15 Minuten täglich, die Bestrahlungsdauer kann bis zu viermal eine Stunde pro Tag verlängert werden. Er berichtet über 271 Patienten mit meist reaktionsarmen, hypo- oder atrophischen Pseudarthrosen, teils infiziert, die mit der elektrodynamischen Feldtherapie behandelt wurden. Dabei wird ein Heilungserfolg von 92% angegeben. Bei IP war allerdings die endgültige Ausheilung der Infektion erst nach Metallentfernung zu erreichen. Es ergaben sich während der Therapie keinerlei Nebenwirkungen, außer in vereinzelten Fällen ein leicht prickelndes Gefühl während oder kurz nach der Bestrahlung.

Fixateur externe, Spongiosaplastik und Dekortikation

Mit der Entwicklung des Fixateur externe durch Judet 1961 trat eine grundlegende Änderung in der Versorgung von infizierten Pseudarthrosen und besonders infizierten Defektpseudarthrosen ein. Es wurde die Möglichkeit einer sicheren externen Stabilisierung geschaffen. Der entscheidende Vorteil war das Freihalten des infizierten Bereichs von jeglichem Fremdmaterial.

Hauptindikation für den Einsatz des Fixateur externe ist die infizierte Pseudarthrose und eventuell noch die ehemals infizierte Pseudarthrose (Lit. 19, 205). Bei der aseptischen Pseudarthrose kommt der Fixateur externe nur ausnahmsweise zur Verwendung (Lit. 4-50). Typische Indikationen dafür sind instabile Osteosynthesen und Pseudarthrosen nach Trümmerbruch des distalen Tibiaendes, außerdem diaphysäre Tibiapseudarthrosen mit schlechter Weichteilbedeckung und Verdacht auf einen schleichenden Infekt.

Infizierte Pseudarthrosen können mit dem Fixateur externe zuverlässig und funktionsstabil fixiert werden. Außerdem ist der Focus jederzeit für Zusatzeingriffe zugänglich, so besonders für häufig notwendige Fistelrevisionen und Sequestrotomien. Das Osteosynthesematerial kann dabei in situ verbleiben und behindert die notwendigen Revisionen nicht nennenswert. Dadurch, daß der infizierte Knochenbereich von Metall ausgespart bleibt, wird ein wesentlicher Beitrag zur Infektsanierung geleistet. Wenn von Voroperationen nach interne Osteosynthesen bestehen, werden diese bei Instabilität zu Gunsten des Fixateur externe immer entfernt.

Mit dem Fixateur externe kann im Gegensatz zu den internen Osteosyntheseverfahren, wie z.B. Plattenosteosynthesen, der Nachteil umgangen werden, daß ein Fremdkörper in den Herd eingebracht werden

muß, der den Infekt unterhalten oder aktivieren kann. Nach A. Rüter (Lit. 37,587) ist die Stabilität des Fixateur externe in zweidimensionaler Anordnung jedoch derjenigen einer Plattenosteosynthese unterlegen. Als weiterer Nachteil wird angeführt, daß durch die äußere Montage meist nicht nur der Patient insgesamt, sondern meist auch das lokale Muskelspiel behindert wird. Dieser letztgenannte Nachteil fällt an der Tibia wegen der geringen Weichteilbedeckung weniger ins Gewicht, ist aber besonders am Femur von Bedeutung. In diesem Fall wird von mehreren Autoren empfohlen, den Fixateur externe nach Abklingen der floriden Phase des Infekts durch eine Plattenosteosynthese zu ersetzen. (Lit. 47, 163ff). Durch das baldmögliche Umsteigen auf die Platte wird vor allem die Durchführung krankengymnastischer Begleittherapie durch Beseitigung der Muskeltransfixation erleichtert.

Die Verweildauer des Fixateur externe ist von der fortschreitenden knöchernen Durchbauung abhängig, liegt aber im allgemeinen zwischen zwei und sechs Monaten. In Ausnahmefällen kann jedoch eine wesentlich längere Stabilisierung notwendig sein (Lit. 45,61). Dabei ist die Infektionsgefahr der Steinmannnägel, bzw. Schanz'schen Schraubenlager gering.

Folgende Formen des Fixateur externe können unterschieden werden: Einfacher Klammerfixateur, Rahmenfixateur und als Sonderform der Fixateur externe nach Wagner, der speziell am Femur Verwendung findet.

Der einfache Klammerfixateur wird immer als Druckosteosynthese ausgeführt, da ohne interfragmentäre Druckerzeugung die erreichbare Stabilität zu gering ist. Abbildung 19 zeigt einen Klammerfixateur bei Kontaktpseudarthrose der Tibiadiaphyse. Bei sperrender Fibula ist eine Fibulaosteotomie notwendig. Mit Hilfe von zwei äußeren

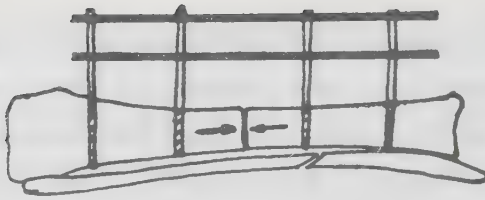
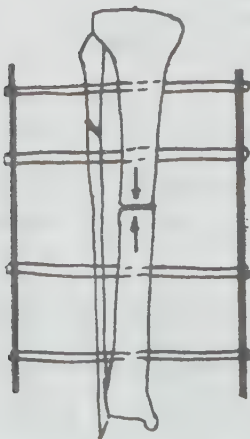


Abb. 19: Klammerfixateur bei Tibiapseudarthrose

Spannern kann eine eventuell vorhandene Fehlstellung ausgeglichen und die Pseudarthrose unter Druck gesetzt werden. Defektpseudarthrosen benötigen dagegen eine Stabilisierung mit einem Rahmenfixateur. Nur so kann eine ausreichende Ruhigstellung erreicht und die Fragmente in der anatomischen Position gehalten werden. Abbildung 20 zeigt einen Rahmenfixateur bei Kontaktpseudarthrose der Tibiadiaphyse.

Abb. 20: Rahmenfixateur bei Tibiapseudarthrose



Bei IP kann der Fixateur externe nach Wagner sowohl bei Defektpseudarthrosen (Abb. 21) wie auch bei Kontaktpseudarthrosen eingesetzt werden. Bei Defektpseudarthrosen kann durch die Zugwirkung des Wagnergeräts außerdem noch ein eventuell notwendiger Längengewinn erzielt werden. (Lit. 45,79)

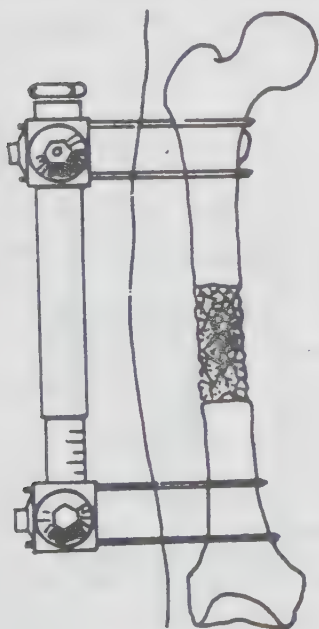


Abb. 21: Fixateur externe nach Wagner, eingesetzt bei infizierter Femurpseudarthrose mit Defekt. Auffüllung des Defekts mit autologer Spongiosa. (nach Weber u. Cech)

Zur Beschleunigung der knöchernen Heilung und als Ersatz für einen Defekt wird die autologe Knochentransplantation eingesetzt. Nach Weber und Cech (Lit. 45,87) wird der autologen Spongiosa der Vorzug vor dem Kortikalisspan gegeben, da Spongiosa sehr viel schneller einheilt. Allerdings ist dazu die Kombination mit einer stabilen Osteosynthese notwendig, da Spongiosa nicht druckbelastbar ist

und daher mechanische Ruhe zum ungestörten Einbau erfordert. Die Transplantation kortikaler Knochenanteile wird nach R. Kleinig (Lit. 22,445) nicht für indiziert gehalten, da sie bei infizierten Pseudarthrosen potentielle Sequester darstellen. Nach M. Jäger (Lit. 19,205) eignen sich kortikospongiöse Späne besser als Spongiosabröckelchen zur Knochentransplantation, da bei der Mobilisationsbehandlung eine Beunruhigung der Späne eintreten kann. Bei Nachoperationen konnte nachgewiesen werden, daß es zur Fibrosierung der Spongiosabröckelchen gekommen war.

Der transplantierte Knochen wird nicht direkt eingebaut, sondern das Knochengewebe selbst geht zu Grunde, wird von einsprossenden Mesenchymzellen abgebaut und gleichzeitig zum Neuaufbau von Knochen verwandt. Ein solches Transplantat wird unterschiedlich rasch abgebaut und durch neugebildetes Gewebe ersetzt. (Lit. 9,225).

Die Funktion eines solchen Transplantats ist somit, als Gleitschien für die Regeneration im Bereich eines Defekts zu dienen.

Abbildung 22 zeigt eine infizierte Defektpseudarthrose der Tibia, mit Fixateur externe (Rahmenfixateur) versorgt. Zur Defektauffüllung wird autologe Spongiosa verwendet. Da die Spongiosaplastik möglichst schnell den Anschluß an die Blutzirkulation gewinnen soll wird sie bei IP zwischen Knochen und nur gut durchblutete Weichteile gebracht. (Lit. 45,103)

Eine weitere Methode, die Ausheilung von Pseudarthrosen zu beschleunigen, ist die Dekortikation. Mit dem Skalpell wird das Periost längs über die Pseudarthrose hinweg gespalten, dann werden mit einem speziellen Meißel Knochenschuppen von der Spongiosa gelöst. Dabei ist unbedingt darauf zu achten, daß die Knochenstückchen im Zusammenhang mit dem Periost bleiben, um eine ausreichende Ernährung zu gewährleisten. Indiziert ist die Dekortikation bei Plattenosteoo-

synthesen, wobei bis zu $\frac{2}{3}$ des Knochenumfangs mit einbezogen werden können. Bei Marknagelungen ist dieses Verfahren wegen einer eventuellen Durchblutungsstörung der Fragmentenden nicht angezeigt. (Lit. 46,81).

Durch die Dekortikation wird eine überbrückende Kallusmuffe geschaffen, die zur Stabilisierung und Ausheilung der Pseudarthrose beiträgt.

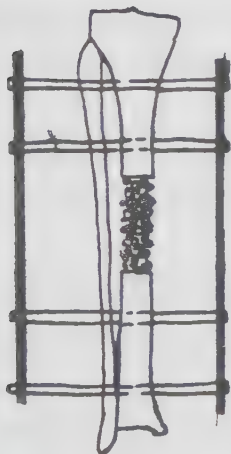


Abb. 22: Infizierte Defekt-pseudarthrose der Tibia, äußere Fixierung mit Rahmenfixateur, Defektaufüllung mit autologer Spongiosaplastik.

Material und Methode

In der vorliegenden Arbeit soll versucht werden, Ursachen, Behandlungsmaßnahmen und Endergebnisse von Pseudarthrosen der langen Röhrenknochen darzustellen. Folgende Röhrenknochen werden berücksichtigt: Tibia, Femur, Humerus, Ulna und Radius. Die beiden letztgenannten werden unter dem Oberbegriff "Vorderarm" zusammengefaßt. Unterschieden wird ferner nach aseptischen und infizierten Pseudarthrosen. Nicht besprochen werden Falschgelenkbildungen an folgenden Knochenbereichen: Schenkelhals- und intertrochantäre Pseudarthrosen am Femur, sowie Absprengungen mit darauf folgenden Pseudarthrosen an den proximalen und distalen Enden der oben genannten Röhrenknochen, wie z.Bsp. Pseudarthrosen des Proc. styl. ulnae et radii, Olecranonpseudarthrosen, Pseudarthrosen des Mall. med. et l.

Im Zeitraum vom 1.1.1971 bis zum 31.12.1980 wurden an der Orthopädischen Universitätsklinik München-Harlaching 273 Fälle von Pseudarthrosen der langen Röhrenknochen behandelt, die den oben dargestellten Kriterien entsprachen. Davon wurden nach Studium der Krankenunterlagen sowie der entsprechenden Röntgenaufnahmen 164 Fälle ausgewählt, die im Folgenden zur Sprache kommen werden. Die verbleibenden 109 Fälle konnten aus verschiedenen Gründen nicht berücksichtigt werden:

Einige Patienten, besonders Ausländer, befanden sich nur für kurze Zeit in der Orthopädischen Universitätsklinik München-Harlaching zur Osteosynthese und Nachbehandlung. Die weitere Therapie erfolgte in auswärtigen Kliniken, so daß exakte Vorgeschichte und Endergebnis nicht feststellbar waren.

Ein Teil der Patienten lehnte eine weitere Behandlung ab, bei anderen konnte aus disziplinarischen Gründen die Therapie nicht fortgesetzt werden, um den allgemeinen Klinikbetrieb nicht zu gefährden.

Ferner waren in manchen Fällen die Krankenunterlagen und Röntgenaufnahmen unvollständig oder zum jetzigen Zeitpunkt nicht auffindbar, so daß diese Fälle nicht mit einbezogen werden konnten.

Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Fälle von Falschgelenkbildungen, die im Folgenden zur Sprache kommen, aufgeteilt nach ihrer Lokalisation, sowie nach dem Kriterium aseptische und infizierte Pseudarthrose.

Tabelle 1

	Tibia	Femur	Humerus	Vorderarm
AP	54	27	11	18
IP	36	12	4	2
zus.	90	39	15	20

insgesamt: 164 Fälle

AP: aseptische Pseudarthrose

IP: infizierte Pseudarthrose

Aseptische Pseudarthrosen der Tibia

Im Folgenden werden 54 Patienten mit insgesamt 56 aseptischen Pseudarthrosen der Tibia vorgestellt, die im Zeitraum vom 1.1.1971 bis zum 31.12.1980 an der Orthopädischen Universitätsklinik München-Harlaching behandelt wurden.

In einem Fall war die Pseudarthrose an beiden Tibiae lokalisiert, in einem anderen Fall bestand eine zweifache Pseudarthrose an der linken Tibia.

Von den 56 Pseudarthrosen waren 11 nach Behandlung hier entstanden, die restlichen 45 Pseudarthrosen wurden von auswärtigen Kliniken eingewiesen. (Tab. 2)

Tab. 2: Entstehung von 56 AP der Tibia

	Fälle	%
von auswärtigen Kliniken eingewiesen	45	80,4
hier entstanden	11	19,6
gesamt	56	100,0

Alters- und Geschlechtsverteilung

Es handelte sich um 42 männliche und 12 weibliche Patienten. Das Durchschnittsalter zum Zeitpunkt der Operation hier betrug 36,9 Jahre, wobei der jüngste Patient 18 Jahre, die älteste Patientin 68 Jahre alt war.

Ursächliches Trauma

Zweimal entstand die Pseudarthrose nach einem orthopädischen Ein-

griff, und zwar in einem Fall nach Korrekturosteotomie nach einer in Fehlstellung verheilten Fraktur, im anderen Fall nach Pendelosteotomie. Aus Tabelle 3 ist die Art des ursprünglichen Traumas ersichtlich, das bei den verbleibenden 52 Patienten zur Entstehung der Pseudarthrose führte.

Tab. 3: Ursprüngliches Trauma bei 52 Patienten mit 54 AP der Tibia

	Fälle	%
Verkehrsunfall	23	44,2
Skiunfall	11	21,2
sonstiges Trauma	18	34,6
gesamt	52	100,0

Im Vordergrund stehen die Verkehrsunfälle mit über 44%, während der hohe Anteil der Skiunfälle als auslösendes Trauma regional bedingt sein dürfte.

In 11 Fällen handelte es sich um eine offene Fraktur, 43mal war die Fraktur geschlossen.

In 32 Fällen war die rechte Extremität betroffen, in 24 Fällen die linke Extremität.

Bei 30 Patienten lag eine komplette Fraktur vor.

Lokalisation und Frakturtyp von 56 AP der Tibia (Abb. 23)

Knapp die Hälfte der AP der Tibia waren im mittleren Drittel lokalisiert. Etwa 40% betrafen den distalen Anteil, während auf den proximalen Anteil 15% entfielen.

Abb. 23:

Querfraktur Schrägfraktur Mehrfragmentfraktur



3	1	4
13	6	8
6	8	7
22	15	19
gesamt 56		

Ursprüngliche Behandlung der Tibiafrakturen

Wie aus Tabelle 4 ersichtlich, war die Erstversorgung bei 46% der Fälle konservativ, bei 54% wurde eine operative Stabilisierung vorgenommen

Tab. 2: Ursprüngliche Behandlung der Fraktur/orth. Eingriff

	Fälle	%
konservative Behandlung	26	46,4
operativer Eingriff	30	53,6
gesamt	56	100,0

Tab. 5: Bisherige Behandlung von 56 AP der Tibia

	Fälle	%
konservativ	25	44,6
1 Operation	25	44,6
2 Operationen	3	5,4
mehrere Operationen	3	5,4
gesamt	56	100,0

Zeitspanne von der Fraktur/orthopädischer Eingriff bis zur Pseudarthrosenoperation hier

Wie aus Tabelle 6 ersichtlich, betrug die Zeitspanne von der Fraktur/orthopädischem Eingriff bis zur Pseudarthrosenoperation hier bei über 50% der Fälle zwischen sechs und zwölf Monaten. Von den zehn Patienten der ersten Gruppe (0-5 Monate) wurden nur zwei von auswärtigen Kliniken eingewiesen, während bei den verbleibenden acht Patienten die primäre Frakturbehandlung hier vorgenommen wurde.

Tabelle 6: Dauer Fraktur/orthopädischer Eingriff bis zur Pseudarthrosenoperation hier

Monate	Fälle	%
0-5	10	17,9
6-12	29	51,8
13-24	8	14,3
25-36	4	7,1
über 36	5	8,9
gesamt	56	100,0

Operative Erstversorgung von 30 Tibiafrakturen

Tabelle 7 zeigt die verschiedenen Osteosynthesearten, nach denen später eine Pseudarthrose aufgetreten ist.

Tab. 7: Osteosynthesearten, in deren Folge es zur Pseudarthrose kam

	Fälle	%
Plattenosteosynthese	14	46,7
Marknagel	6	20,0
Verschraubung	4	13,3
kombinierte Verfahren	3	10,0
Fixateur externe	2	6,7
Cerclagen	1	3,3
gesamt	30	100,0

Der hohe Anteil der Pseudarthrose nach Primärversorgung mit Plattenosteosynthese läßt sich dadurch erklären, daß ein Großteil der Tibia- bzw. Unterschenkelfrakturen mit Platte stabilisiert wird und dadurch die absolute Zahl der Pseudarthrosen entsprechend hoch liegt.

Klassifizierung von 56 AP der Tibia (Tabelle 8)

	Fälle	%
hypertroph	19	33,9
atroph/hypotroph	36	64,3
Defekt/Teildefekt	1	1,8
gesamt	56	100,0

In circa einem Drittel der Fälle handelte es sich um hypertrophe Pseudarthrosen, in zwei Drittel um atrophe, bzw. hypotrophe Falschgelenke.

Operationsmethoden von 56 AP der Tibia (Tabelle 9)

	Fälle	%
Phemisterspan	27	48,3
Plattenosteosynthese mit Span/Spongiosa	25	44,6
Fixateur externe mit Span	4	7,1
gesamt	56	100,0

Das am häufigsten angewendete Verfahren war die Phemisterspanplastik, gefolgt von Plattenosteosynthese in Kombination mit corticospongiossem Span oder Spongiosa. Die vier Fälle von Pseudarthrosen, in denen der Fixateur externe eingesetzt wurde, betrafen jeweils das proximale oder distale Ende der Tibia.

Ergebnisse

54 der insgesamt 56 AP der Tibia kamen zur Ausheilung. (Tabelle 10) Amputiert werden mußte in keinem Fall. Die beiden Mißerfolge sind nur bedingt zu werten, da nach bereits erfolgtem knöchernem Durchbau mehrmals Refrakturen auftraten, deren Behandlung noch nicht abgeschlossen ist.

Tab. 10: Zahl der Operationen zur Behandlung von 56 AP der Tibia

	Fälle	%
Operation	49	87,5
2 Operationen	3	5,3
mehr als 2 Operationen	2	3,6
Mißerfolg	2	3,6
gesamt	56	100,0

Tab. 11: Zeitspanne von der letzten Operation hier bis zum knöchernen Durchbau

Monate	Fälle	%
0-5	20	35,7
6-12	29	51,8
13-24	4	7,1
über 24	1	1,8
Mißerfolge	2	3,6
gesamt	56	100,0

Postoperative Komplikationen

Art und prozentuale Verteilung der postoperativ aufgetretenen Komplikationen sind aus Tabelle 12 ersichtlich.

Tab. 12 : Postoperative Komplikationen

	Fälle	%
Wundheilungsstörung	5	8,9
Fadenfistel	3	5,4
Hämatom	2	3,6
Fistel Spanentnahmestelle	1	1,8
Peronäusteilparese	1	1,8
gesamt	12	21,5

Die Wundheilungsstörungen waren ebenso wie die Hämatome nach maximal vier Wochen abgeheilt, während zur Abheilung der Fisteln drei bzw. sieben Monate notwendig waren. Die in einem Fall aufgetretene Peronäusteilparese hatte sich nach zehn Monaten weitgehend zurückgebildet. Die Gebrauchsfähigkeit der betroffenen Extremität wurde durch Beinverkürzungen bis zu drei Zentimetern, erhebliche Zirkulationsstörungen und Einschränkungen der Beweglichkeit der angrenzenden Gelenke in circa zwei Drittel der Fälle zum Teil erheblich beeinträchtigt.

Infizierte Pseudarthrosen der Tibia

Im Folgenden werden 36 Patienten mit infizierten Pseudarthrosen der Tibia vorgestellt, die im Zeitraum von 1971 bis 1980 an der Orthopädischen Universitäts-Klinik München-Harlaching behandelt wurden.

35 Patienten wurden mit bestehenden infizierter Tibiapseudarthrose von auswärtigen Kliniken eingewiesen, in einem Fall war die Pseudarthrose hier nach Korrekturosteotomie einer in Fehlstellung verheilten Fraktur entstanden.

19mal war die rechte, 17mal die linke Extremität betroffen.

Alters- und Geschlechtsverteilung

Es handelte sich um 33 männliche und drei weibliche Patienten.

Das Durchschnittsalter betrug 38,2 Jahre, wobei der jüngste Patient 18 Jahre, der älteste Patient 64 Jahre alt war.

Ursächliches Trauma

Von 36 infizierten Pseudarthrosen der Tibia waren 35 nach Unfällen entstanden, in einem Fall kam es nach Korrekturosteotomie zur Pseudarthrose. Über 50% der infizierten Tibiapseudarthrosen entstanden nach Verkehrsunfällen (Tabelle 13), davon ein Drittel nach Motorradunfällen.

Tab. 13: Ursächliches Trauma von 36 IP der Tibia

	Fälle	%
Verkehrsunfall	19	52,8
Skiunfall	3	8,3
Schußbruch	3	8,3

(Tab.13 Forts.)

Korrekturosteotomie	1	2,8
sonst. Unfälle	10	27,8
gesamt	36	100,0

17mal war die Fraktur offen, 19mal geschlossen.

Bei 19 Patienten lag eine komplette Fraktur vor.

Lokalisation und Frakturtyp von 36 IP der Tibia (Abb. 24)

	Querfraktur	Schrägfraktur	Mehrfragment/ Trümmerfraktur
	2	0	3
	1	5	11
	3	2	9
	6	7	23
	gesamt 36		

Auffallend ist der hohe Anteil der Mehrfragment/Trümmerfrakturen. Auf den mittleren und distalen Anteil entfielen jeweils ca. 40% der Frakturen.

Primäre Versorgung von 36 Tibiafrakturen

In 29 Fällen (80,6 %) wurden die Frakturen operativ versorgt, in sieben Fällen (19,4 %) wurde ein konservativer Stabilisierungsversuch unternommen. (Tab. 14)

Tab. 14: Primärversorgung von 36 Tibiafrakturen

	Fälle	%
konservativ	7	19,4
operativ	29	80,6
gesamt	36	100,0

Bisherige Behandlung von 36 IP der Tibia (Tab. 15)

	Fälle	%
konservativ	6	16,7
1 Operation	11	30,6
2 Operationen	12	33,3
mehrere Operationen	7	19,4
gesamt	36	100,0

Jeweils ein Drittel der Patienten war ein- bzw. zweimal voroperiert. Bei einem Patienten waren nach eigenen Angaben bereits 32 Eingriffe vorgenommen worden.

Zeitspanne Fraktur/orthopädischer Eingriff bis zur Pseudarthrosenoperation hier

Die Zeit von der Fraktur/orthopädischem Eingriff bis zur Pseudarthrosenoperation hier ist aus Tabelle 16 ersichtlich. In einem Fall bestand die Pseudarthrose seit 31 Jahren.

Tab. 16: Zeitspanne Fraktur/orth. Eingriff bis zur Pseudarthrosenoperation hier

Monate	Fälle	%
0-5	6	16,7
6-12	10	27,8
13-24	10	27,8
25-36	4	11,0
über 36	6	16,7
gesamt	36	100,0

Operative Erstversorgung von 29 Tibiafrakturen

Tabelle 17 zeigt die verschiedenen Osteosynthesearten, nach denen später eine IP der Tibia aufgetreten ist. Circa die Hälfte der Frakturen wurden primär mit Plattenosteosynthese versorgt, in einem Viertel kam die Marknagelung zur Anwendung. Die anderen Verfahren treten in den Hintergrund. In drei Fällen konnte die Art der operativen Erstversorgung nicht mehr festgestellt werden.

Tab. 17: Operative Erstversorgung von 29 Tibiafrakturen

	Fälle	%
Platte	15	51,8
Marknagel	7	24,1
Verschraubung	1	3,4
kombinierte Verfahren	1	3,4
Span	2	6,9
nicht feststellbar	3	10,4
gesamt	29	100,0

Klassifizierung von 36 IP der Tibia (Tabelle 18)

In Über einem Drittel der Fälle handelte es sich um Defekt/Teildefektpseudarthrosen. Der Anteil der hyperthrophen Pseudarthrosen lag bei 8,3%.

Tab. 18: Klassifizierung von 36 IP der Tibia

	Fälle	%
hyperthroph	3	8,3
atroph/hypotroph	20	55,6
Defekt/Teildefekt	13	36,1
gesamt	36	100,0

Operationsmethoden von 36 IP der Tibia

In 19 Fällen (52,8%) wurde der Fixateur externe in Verbindung mit Spongiosaplastik angewendet. In fünf Fällen mußte amputiert werden, meist auf Wunsch der Patienten nach mehreren vorangegangenen Operationen. Dreimal kam es allein durch Metallentfernung zum Ausheilen des Infekts und nachfolgendem knöchernen Durchbau. In einem Fall wurde durch Einsatz des Elektronagels ein knöcherner Durchbau mit Restfistel erzielt. Nach Nagelentfernung und weiterer Ruhigstellung kam es zu völliger Ausheilung. Phemisterspan und Plattenosteosynthese wurden nach bereits abgeheiltem Infekt eingesetzt. (Tabelle 19)

Tab. 19: Operationsmethoden von 36 IP der Tibia

	Fälle	%
Fixateur externe	19	52,8
offene Spongiosaplastik	3	8,3
Metallentfernung	3	8,3
Sequesterotomie	3	8,3
Elektronagel	1	2,8
Phemisterspan	1	2,8
Platte und Span	1	2,8
Amputation	5	13,9
gesamt	36	100,0

Ergebnisse

25 der 36 IP der Tibia kamen zur Ausheilung. Bei den 11 Mißerfolgen

sind die fünf Amputationen bereits mitgerechnet. Bei den verbleibenden sechs Mißerfolgen besteht in drei Fällen weiterhin eine Restfistel, in einem Fall konnte eine Besserung erreicht werden durch die Umwandlung einer Defektpseudarthrose in eine straffe Pseudarthrose.

Die Zahl der Operationen zur Behandlung von 36 IP der Tibia ist aus Tabelle 20 ersichtlich.

Tab. 20: Zahl der Operationen zur Behandlung von 36 IP der Tibia

	Fälle	%
1 Operation	13	36,1
2 Operationen	9	25,0
mehr als zwei Operationen	3	8,3
Mißerfolge	11	30,6
gesamt	36	100,0

Tabelle 21 zeigt die Zeitspanne vom letzten Eingriff hier bis zum Knöchernen Durchbau.

Tab. 21:

Monate	Fälle	%
0-5	2	5,6
6-12	10	27,8
13-24	10	27,8
über 24	3	8,2
keine Heilung	11	30,6
gesamt	36	100,0

Postoperative Komplikationen (Tabelle 22)

In 17 Fällen (47,3%) kam es zu postoperativen Komplikationen. Bei 8 Patienten bestanden Fisteln bis zu 27 Monaten, in drei weiteren Fällen besteht die Fistelung weiterhin. Die Wundheilungsstörungen waren nach spätestens 11 Monaten abgeklungen.

Tab. 22: Postoperative Komplikationen

	Fälle	%
Wundheilungsstörungen	5	13,9
Fistel	11	30,6
Hautnekrose	1	2,8
gesamt	17	47,3

Von 36 IP der Tibia konnte nur in fünf Fällen eine vollständige Wiederherstellung erreicht werden. Bei 20 Patienten kam es zwar zum knöchernen Durchbau der Pseudarthrose und zur Ausheilung des Infekts, jedoch ist die Gebrauchsfähigkeit der betroffenen Extremität durch Beinverkürzungen, Fehlstellungen, Zirkulationsstörungen und zum Teil stark herabgesetzte Beweglichkeit der angrenzenden Gelenke eingeschränkt.

Femurpseudarthrosen

Im Folgenden werden 39 Fälle von Femurpseudarthrosen vorgestellt, die im Zeitraum von 1971 bis 1980 an der Orthopädischen Universitätsklinik München-Harlaching zur Operation kamen. Dabei handelte es sich um 27 septische und 12 infizierte Pseudarthrosen.

Nicht berücksichtigt werden Pseudarthrosen des Schenkelhalses, sowie pertrochantäre Pseudarthrosen.

33 Patienten wurden mit bestehenden Pseudarthrosen, bzw. verzögerter Frakturheilung von auswärtigen Kliniken eingewiesen, sechs Pseudarthrosen entstanden hier. (Tabelle 23)

Tab. 23: Entstehungsort der 39 Femurpseudarthrosen

	Fälle asept. P.	Fälle infiz. P.
auswärtige Klinik	23	10
hier	4	2
	27	12
gesamt 39 Fälle		

Alters-und Geschlechtsverteilung

Es handelte sich um 26 männliche und 13 weibliche Patienten. Das Durchschnittsalter zum Zeitpunkt der Pseudarthrosenoperation betrug 38 Jahre, wobei der jüngste Patient 19 Jahre, der älteste Patient 64 Jahre alt war.

Ursächliches Trauma

In vier Fällen entstand die Pseudarthrose nach einem orthopädischen Eingriff, von den verbleibenden 35 Fällen entstanden 25 als Folge

eines Verkehrsunfalls (71%). Bei den aseptischen Pseudarthrosen lag der Anteil der durch Verkehrsunfälle entstandenen bei 59%, bei den infizierten Pseudarthrosen bei 75%. (Tabelle 24)

Tab. 24: Ursächliches Trauma von 39 Femurpseudarthrosen

	Fälle asept. P.	Fälle infiz. P.
orthopädischer Eingriff	3	1
Verkehrsunfall	16	9
Skiunfall	4	0
sonstiges Trauma	4	2
	27	12
gesamt 39 Fälle		

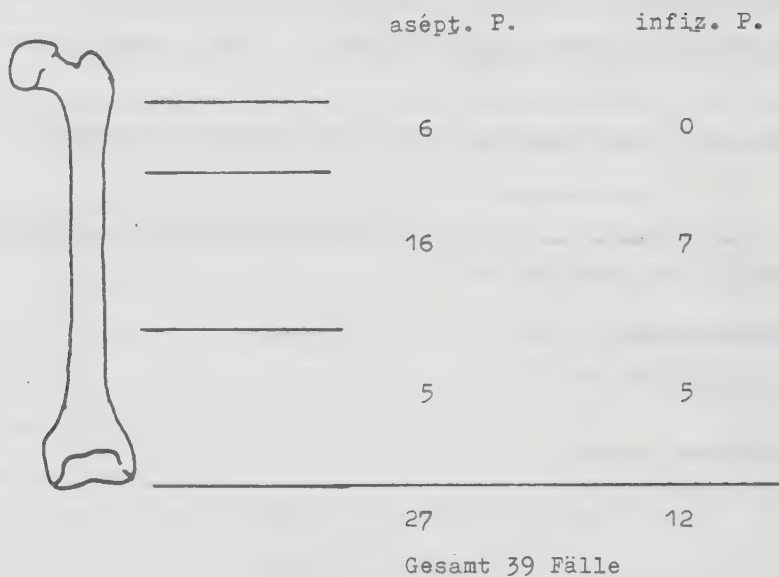
Von den 35 durch Unfall entstandenen Pseudarthrosen war die Fraktur achtmal offen, 27mal geschlossen. Fünf der insgesamt elf durch Unfall entstandenen infizierten Pseudarthrosen waren Folgen von offenen Frakturen (45%).

Lokalisation der Pseudarthrose (Abbildung 25)

21mal war die Pseudarthrose im rechten Femur, 18mal im linken Femur lokalisiert.

Der Anteil der Trümmerfrakturen lag mit 13 von 39 Fällen bei 33%.

Abb. 25: Lokalisation von 39 Femurpseudarthrosen



Ursprüngliche Frakturbehandlung

Am häufigsten wurde in 15 von 35 Fällen die Platte (= 43%) gefolgt vom Marknagel, in 13 von 35 Fällen (33%), angewendet. (Tabelle 25)

Tab. 25: Primäre Frakturversorgung von 35 Femurpseudarthrosen

Methode	Fälle
konservativ	3
Platte	15
Marknagel	13
Rushpins	1
kombinierte Verfahren	3
gesamt	35

Die Zeitdauer vom Trauma, orthopädischen Eingriff bis zur ersten Pseudarthrosenoperation hier und die bisherige Behandlung der 39 Femurpseudarthrosen ist aus den Tabellen 26 und 27 ersichtlich.

Tab. 26: Zeitdauer Trauma-Pseudarthrosenoperation hier

<u>Zeit (Monate)</u>	<u>Fälle</u>
bis 6	9
6-12	14
12-24	6
24-36	5
über 36	5
maximal 144 Monate	39 Fälle

Tab. 27: Bisherige Behandlung von 39 Femurpseudarthrosen

	<u>Fälle</u>
konservativ	4
1 Operation	24
2 Operationen	7
3 oder mehrere Operationen	5
gesamt	39 Fälle

13mal war die Pseudarthrose hypertroph, 17mal atroph, 9mal bestand eine Defekt/Teildefektpseudarthrose (Tabelle 28).

Tab. 28: Klassifizierung von 39 Femurpseudarthrosen

	aseptische P.	infizierte P.
hypertroph	13	0
atroph	11	6
Defekt/Teildefekt	3	6
	27	12 = 39 Fälle

Die Operationsmethoden der Femurpseudarthrosen

Die Auflistung der verschiedenen Operations-bzw. Stabilisierungsmethoden wird nach aseptischen und infizierten Pseudarthrosen getrennt vorgenommen. (Tabelle 29 und 30).

Tab. 29: Operationsmethoden bei 27 aseptischen Femurpseudarthrosen

<u>Operationsmethode</u>	<u>Fälle</u>
Platte	20
Nagel	3
Metallentfernung ^x	2
Span und Spongiosa ohne Metall	2
gesamt	27 Fälle

^xIn einem Fall war die Pseudarthrose teilweise durchgebaut, so daß auf eine erneute innere Stabilisierung verzichtet werden konnte, in dem anderen Fall bestand der Verdacht auf eine Osteomyelitis, so daß kein Metall verwendet wurde. In einer zweiten Sitzung wurde Span und Spongiosa eingebracht. In Tabelle 29 sind jeweils die Operationsmethoden angegeben, die in der letzten hier durchgeführten Operation zur Anwendung kamen. (außer in dem oben angeführten Fall).

Die Operationsmethoden der infizierten Pseudarthrosen werden in Tabelle 30 angegeben. Die Fälle werden einzeln aufgeführt, da meist mehrere Operationen durchgeführt wurden.

Tab. 30: Operationsmethoden bei 12 infizierten Pseudarthrosen

Fall	Eingriff
1	1. Fistelrevision, P. ausgeräumt, Wagnergerät 2. Wagnergerät entfernt (Osteomyelitis ausgeheilt) 3. Platte, Span und Spongiosa (aus Beckenkamm)
2	1. Metallentfernung und Spongiosa (Amputation vorgesehen, nicht möglich wegen schlechter Hautverhältnisse) 2. Amputation
3	1. Span aus Tibia, liegende Platte belassen (Osteomyelitis blande)
4	1. Metallentfernung, P. ausgeräumt, Wagnergerät 2. erneut Wagnergerät (locker), Saugspüldrainage

Fall	Eingriff
5	mehrfach Wagner-geräte, Saugspül drainagen, Spongiosa
6	Metallentfernung, Fistelrevision
7	1. Fistelrevision, Saugspül drainage, Span und Spon- giosa, Wagnergerät 2. Fistelrevision, erneut Wagnergerät
8	1. Platte belassen, Fistelrevision (Platte fest) 2. Fistelrevision, Saugspül drainage 3. Sequestrotomie, Fistelrevision, Spongiosa 4. Metallentfernung, Saugspül drainage
9	Sequestrotomie, Saugspül drainage, Spongiosa, Wagner- gerät
10	1. Metallentfernung, Spongiosa, Wagnergerät 2. Wagnergerät entfernt 3. Platte, Span, Spongiosa -Refraktur 4. Platte und Spongiosa
11	1. Wagnergerät 2. Wagnergerät entfernt (Infekt), Spongiosa fibrös fe
12	1. Metallentfernung, klinisch fest 2. mehrfach Fistelrevisionen

Postoperative Komplikationen

Die postoperativ aufgetretenen Komplikationen sind in Tabelle 31 angegeben. Die maximale Zeitdauer bis zur Abheilung betrug 1,5 Monate.

Tab. 31: Postoperativ aufgetretene Komplikationen bei 27 aseptischen Femurpseudarthrosen

<u>Komplikationen</u>	<u>Fälle</u>
Hämatom	2
Wundheilungsstörungen	4
Stichkanalleiterung an Hautnaht	1

Ergebnisse

Wie aus Tabelle 32 ersichtlich, wurde bei 24 von 39 Patienten (= 62%) ein operativer Eingriff durchgeführt. Die Zeitdauer vom ersten Eingriff hier bis zur knöchernen Ausheilung ist in Tabelle 33 festgehalten.

Tab. 32: Zahl der operativen Eingriffe zur Behandlung von 39 Femurpseudarthrosen

<u>Eingriffe</u>	<u>Fälle</u>
1	24
2	8
3 oder mehr Op.	7
gesamt	39 Fälle

Tab. 33: Zeitdauer von der ersten Operation hier bis zum knöchernen Durchbau

Zeit (Monate)	aseptische P.	infizierte P.
bis 6	7	0
6-12	9	1
12-18	7	2
18-24	2	3
	25	6 gesamt 31 Fälle

Von 27 aseptischen Pseudarthrosen des Femur kamen 25 zur knöchernen Ausheilung. Ein Patient verstarb circa ein Jahr nach der Operation, in einem Fall ist das Ergebnis nicht feststellbar, da die Behandlung an einer auswärtigen Klinik weitergeführt wurde. Sechs der 12 infizierten Pseudarthrosen heilten knöchernen aus, einmal wurde die Gliedmaße amputiert, in einem Fall ist das Ergebnis nicht feststellbar. In vier Fällen besteht die Pseudarthrose weiterhin. (Tabell 34)

Tab. 34: Knöcherner Durchbau der 39 Femurpseudarthrosen

Ergebnis	aseptische P.	infizierte P.
knöchern durchgebaut	25	6
kein Durchbau, bzw. Amputation	2	6
	27	12 gesamt 39 Fälle

Von insgesamt 39 Femurpseudarthrosen kamen 31 zur Ausheilung (=80%). Bei den aseptischen Femurpseudarthrosen liegt der Prozentsatz bei 93%, bei den infizierten Pseudarthrosen bei 50%.

In einem Drittel der Fälle kam es zu Beinverkürzungen bis zu fünf Zentimetern. Die Gebrauchsfähigkeit der betroffenen Gliedmaßen wird ferner durch die meist vorhandene Minderung der Beweglichkeit der angrenzenden Gelenke eingeschränkt.

Humeruspseudarthrosen

Ausgewertet wurden 15 Fälle, davon 11 mit aseptischen Pseudarthrosen, 4 mit infizierten Pseudarthrosen.

Aseptische Humeruspseudarthrosen

Alters- und Geschlechtsverteilung

Unter den ausgewählten 11 Fällen waren neun Männer, zwei Frauen. Das Durchschnittsalter zum Zeitpunkt der Operation betrug 32 Jahre. Die jüngste Patientin war 20 Jahre alt, der älteste Patient 55 Jahre.

Ursache und Vorbehandlung

10 Patienten wurden von auswärtigen Kliniken mit bestehender Pseudarthrose eingewiesen, eine Pseudarthrose entstand hier. Das ursächliche Trauma war bei sieben Patienten ein Verkehrsunfall, davon ein Patient mit Polytrauma. Drei Frakturen ereigneten sich im häuslichen Bereich oder bei Betriebsunfällen, eine Fraktur entstand bei einem Skiunfall.

Drei Fälle hatten eine offene, acht eine geschlossene Fraktur. Bei fünf Patienten war die Fraktur konservativ behandelt worden, sechs Patienten sind operativ versorgt worden. (Tabelle 35 und 36)

Tab. 35: Primäre Behandlung der Humerus-Frakturen

<u>Methoden</u>	<u>Fälle</u>
konservativ	5
Rushpin	2
Küntschnagel	1
Platte	1

Tab. 35: Forts.

<u>Methoden</u>	<u>Fälle</u>
Kirschnerdrähte	1
Kombinationen	1
gesamt	11

Tab. 36: Bisherige Behandlung der Humeruspseudarthrosen

	<u>Fälle</u>
konservativ	5
1 Operation	4
2 Operationen	2
5 Operationen	5
gesamt	11

Die Zeitspanne von der Fraktur bis zur operativen Revision der Pseudarthrose hier ist aus Tabelle 37 ersichtlich.

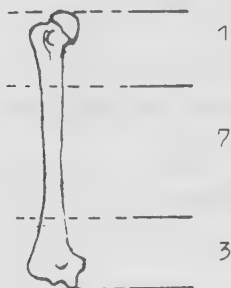
Tab. 37: Zeitspanne von der Fraktur bis zur Operation der Pseudarthrose hier

<u>Zeitspanne</u>	<u>Fälle</u>
bis 6 Monate	5
6-12 Monate	3
12-24 Monate	1
länger als 24 Monate	2
gesamt	11

Lokalisation der Pseudarthrose

Sieben Pseudarthrosen waren im Schaftbereich, drei im distalen, eine im proximalen Humerusbereich lokalisiert. (Abbildung 26)

Abb. 26: Lokalisation von elf Humeruspseudarthrosen



In sieben Fällen bestand eine atrophische, in drei Fällen eine hypertrophische Pseudarthrose, davon eine mit Teildefekt. In einem Fall war nicht mehr feststellbar, ob ein atrophisches oder ein hypertrophisches Falschgelenk vorgelegen hatte.

Angewandte Verfahren

10mal genügte ein Eingriff, in einem Fall mußten zwei Operationen durchgeführt werden, um die Pseudarthrose zur Ausheilung zu bringen. Hier hatte sich nach der ersten Plattenosteosynthese erneut ein hypertrophisches Falschgelenk gebildet, das durch eine zweite Operation mit Platte und Span zur Ausheilung kam.

In 10 Fällen von Humeruspseudarthrosen kam die Plattenosteosynthese, teils in Kombination mit Spongiosaplastik oder corticospongiosen Span, zur Anwendung.

Es wurden 6-6 Loch AO-Platten, in einem Fall eine 12 Loch AO-Platte verwendet.

In dem einen Fall der proximalen Humeruspseudarthrose wurde eine Kopfkappenplastik nach Jäger durchgeführt. Bei sechs Fällen der atrophischen Pseudarthrosen wurde die Plattenosteosynthese mit einem autologen Knochentransplantat kombiniert, nur in einem Fall konnte auf das Transplantat verzichtet werden; hier resezierte Man drei Zentimeter des Pseudarthrosengewebes, stellte die Fragmentenden aufeinander und setzte sie mittels einer Platte unter Druck.

Postoperative Komplikationen

In einem Fall kam es postoperativ zu einer Wundheilungsstörung, die nach zwei Wochen abgeklungen war. Bei einem weiteren Patienten kam es zur Infektion im Spanentnahmebereich der Tibia, die aber komplikationslos abheilte.

Zeitraum Operation-knöcherner Durchbau

Die Zeitspanne von der operativen Versorgung der Pseudarthrose bis zum knöchernen Durchbau ist aus Tabelle 38 ersichtlich.

Tab. 38: Zeitraum Operation-knöcherner Durchbau

<u>Zeitspanne</u>	<u>Fälle</u>
bis drei Monate	1
3-6 Monate	1
6-12 Monate	4
12-24 Monate	4
gesamt	10

In einem Fall war die Zeit bis zum knöchernen Durchbau nicht feststellbar, da sich der Patient zu späteren Nachkontrollen nicht vorstellte.

Begleitende Nervenläsionen bei Humeruspseudarthrosen

In einem Fall bestand eine posttraumatische Axillarislähmung, deren sensibler Anteil sich postoperativ wesentlich besserte, während der motorische Ausfall weiterhin bestand.

In zwei weiteren Fällen waren unfallbedingte Radialisparesen vorhanden, einmal mit Medianusparese kombiniert, die postoperativ keine Besserung zeigten.

Ein geringradiger unfallbedingter Ulnarisschaden heilte postoperativ völlig aus. Nur in einem Fall kam es postoperativ zu einer Radialisparese, die sich nach fünf Wochen zurückgebildet hatte.

Infizierte Humeruspseudarthrosen

Die vier Fälle von infizierten, bzw. ehemals infizierten Humeruspseudarthrosen, die im Folgenden zur Auswertung kommen, wurden von auswärtigen Kliniken eingewiesen.

Ursächliches Trauma war dreimal ein Verkehrsunfall, und einmal ein Sturz im häuslichen Bereich.

Das Alter der Patienten zum Operationszeitpunkt hier lag zwischen 23 und 39 Jahren. Es handelte sich um zwei männliche und zwei weibliche Patienten.

Bisherige Behandlung

Zur Erstversorgung wurde bei allen vier Patienten eine Osteosynthese durchgeführt, dreimal wurde eine Platte, einmal die Verschraubung mit Cerclagen eingesetzt.

Es handelte sich um drei geschlossene und eine offene Fraktur.

Die bisherige Behandlung ist aus Tabelle 39 ersichtlich.

Tab. 39: Bisherige Behandlung der infizierten Humeruspseudarthrosen

	Fälle
konservativ	0
1 Operation	2
2 Operationen	2
gesamt	4

In zwei Fällen bestand eine fistelnde Osteomyelitis zum Zeitpunkt der Einweisung, zweimal war die Fistelung nach auswärtiger Metallentfernung, Fistelrevision und Saug-Spül-Drainage abgeklungen.

Die Lokalisation der Pseudarthrosen ist aus Abbildung 27 ersichtlich.

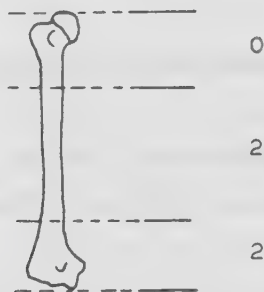


Abb. 27: Lokalisation der infiz. Humeruspseudarthrosen

Die Zeitspanne zwischen Trauma und Beginn der Pseudarthrosenbehandlung hier betrug zwischen neun und 17 Monaten.

Zweimal handelte es sich um atrophe Pseudarthrosen, in einem Fall bestand ein Defekt von 10cm Länge, einmal war die Pseudarthrose hypertroph mit Teildurchbau.

Behandlungsmethoden der infizierten, bzw. ehemals infizierten Pseudarthrosen

In dem Fall der Defektpseudarthrose wurde eine Fistelrevision mit Ausräumung der Pseudarthrose und Saug-Spül-Drainage durchgeführt. Nach Abheilung der Osteomyelitis wurde ein 20cm langer Inlay-Onlay-Span mit Spongiosa aus der Tibia zur Defektüberbrückung implantiert.

Sinmal wurde wegen Plattenlockerung das Metall entfernt, und nach Anfrischen der Fragmentenden eine neue Platte mit autologer Spon-

giosa eingebracht. Bei weiterbestehender Fistelung kam es zum weitgehenden knöchernen Durchbau der Pseudarthrose, nach Metallentfernung und Saug-Spül-Drainage heilte die Fistel ab.

Die beiden Fälle der ehemals infizierten Pseudarthrose wurden folgendermaßen behandelt:

Einmal wurde die Pseudarthrose reseziert und mit Platte, autologem Span und Spongiosa aus dem Tibiakopf versorgt.

Im anderen Fall wurde wegen vorhandener Kallusbrücken nach Entfernung von pseudarthrotischem Bindegewebe nur autologe Spongiosa aus dem Beckenkamm eingebracht.

Die Zeit bis zum knöchernen Durchbau betrug drei bis 16 Monate.

An postoperativen Komplikationen kam es einmal zu einem Hämatom, einmal bestand die Fistel bis zur Metallentfernung weiter.

Nervenläsionen

Bei einem Patienten kam es nach der Erstversorgung der Fraktur mit einer Platte zur Radialisparese, die sich bis zur Ausheilung der Pseudarthrose weitgehend zurückgebildet hatte.

Ergebnis

Die vier vorgestellten infizierten Humeruspseudarthrosen kamen zur knöchernen Ausheilung. In drei Fällen konnte eine wesentliche Besserung der Funktion der angrenzenden Gelenke erreicht werden, bei einem Patienten war das Ellbogengelenk zum Zeitpunkt der letzten Nachkontrolle nahezu völlig kontrakt in 90° Beugung.

Vorderarmpseudarthrosen

20 Fälle von Pseudarthrosen des Vorderarms werden im Folgenden dargestellt. Davon waren 18 Pseudarthrosen aseptisch, zwei Pseudarthrosen infiziert, bzw. ehemals infiziert.

14mal war die Ulna, 6mal der Radius betroffen.

Alle 20 Patienten wurden von auswärtigen Kliniken zur Behandlung eingewiesen.

Alters- und Geschlechtsverteilung

Es handelte sich um neun weibliche und elf männliche Patienten. Das Durchschnittsalter betrug 36,4 Jahre, wobei die jüngste Patientin 20 Jahre, die älteste Patientin 73 Jahre alt war.

Ursächliches Trauma (Tabelle 40)

In acht Fällen entstand die Pseudarthrose nach Verkehrsunfällen, in zehn Fällen nach Unfällen im häuslichen Bereich, bzw. nach Arbeitsunfällen. In einem Fall kam es nach Verkürzungsosteotomie einer Madelung'schen Deformität zur Pseudarthrose. Ein Patient mit Ulnarpseudarthrose konnte sich an keinen Unfall, bzw. Trauma erinnern; vermutlich stand die Ulnarpseudarthrose im Zusammenhang mit einer 15 Jahre zurückliegenden Radiusfraktur.

Tab. 40: Ursächliches Trauma von 20 Vorderarmpseudarthrosen

	Fälle	%
Verkehrsunfall	8	40
sonstiger Unfall	10	50
Verkürzungsosteotomie	1	5
kein Trauma erinnerlich	1	5
gesamt	20	100,0

In 17 Fällen war die Fraktur geschlossen, dreimal war die Fraktur offen (davon ein orthopädischer Eingriff).

Die Lokalisation der Fraktur, welche zur Pseudarthrose führte, ist aus Tabelle 41 ersichtlich.

Tab. 41: Lokalisation der Fraktur

	Fälle	%
Monteggiafraktur	3	15
Ulna und Radius	2	10
Radius	3	15
Dist. Radius	2	10
Diaphyse Ulna	9	45
Distale Ulna	1	5
gesamt	20	100,0

Ursprüngliche Versorgung von 19 Vorderarmfrakturen (Tabelle 42)

	Fälle	%
operativ	15	79,0
konservativ	2	10,5
nicht feststellbar	2	10,5
gesamt	19	100,0

Die Frakturen, die später zu infizierten Pseudarthrosen geführt hatten, wurden jeweils operativ erstversorgt.

Die bisherige Behandlung der 20 Vorderarm pseudarthrosen ist aus Tabelle 43 ersichtlich.

Tab. 43: Bisherige Behandlung von 20 Vorderarm pseudarthrosen

	Fälle	%
konservativ	2	10
1 Operation	12	60
2 Operationen	3	15
mehrere Operationen	3	15
gesamt	20	100,0

Ein Patient mit einer 32 Jahre zurückliegenden Schußverletzung war 14mal voroperiert. Bei den infizierten Pseudarthrosen wurden ein, bzw. zwei Eingriffe bisher vorgenommen.

Zeitspanne Fraktur/orthopädischer Eingriff bis zur Pseudarthrosenoperation (Tabelle 44)

Monate	Fälle	%
0-5	3	15
6-12	8	40
13-24	4	20
25-36	0	0
über 36	5	25
gesamt	20	100,0

Eine Pseudarthrose bestand seit 32 Jahren. Bei den infizierten Pseudarthrosen lag das auslösende Trauma 20, bzw. 48 Monate zurück.

Operative Erstversorgung, nach der später eine Pseudarthrose aufgetreten ist (Tabelle 45)

	Fälle	%
Platte	9	56,3
Nagel	3	18,8
Cerclagen	2	12,5
Rushpin	1	6,2
Span	1	6,2
gesamt	16	100,0

Klassifizierung von 20 Vorderarmpseudarthrosen (Tabelle 46)

	Fälle	%
hypertroph	6	30
hypo/atroph	13	65
Defekt/Teildefekt	1	5
gesamt	20	100,0

Wie aus Tabelle 46 ersichtlich war, handelte es sich in 65% der Fälle um hypo/atrophe Pseudarthrosen.

Operationsmethoden zur Versorgung von 20 Vorderarmpseudoarthrosen

(Tab. 47)

In 14 Fällen (70%) wurde die Pseudoarthrose mit einer Platte in Verbindung mit corticospongiösem Span/Spongiosa stabilisiert. In drei Fällen, bei denen die Platte allein zur Anwendung kam, betraf es hypertrophe Pseudoarthrosen. Die infizierten Pseudoarthrosen wurden folgendermaßen versorgt:

In einem Fall wurde nur die Metallentfernung vorgenommen, da die Pseudoarthrose zum Operationszeitpunkt ausreichend fest war und keine Fistelung mehr bestand. Im anderen Fall wurde nach zweimaliger Fistelrevision und Sequestrotomie die Pseudoarthrose mit Halbrohrplatte und Span versorgt. Nach einer Refraktur wurde noch als eine Halbrohrplatte mit Span angelegt, woraufhin es zur endgültigen Ausheilung der Pseudoarthrose kam.

Tab. 47: Operationsmethoden von 20 Vorderarmpseudoarthrosen

	Fälle	%
Platte und Span/Spongiosa	14	70
Platte	3	15
Zuggutung u. Span u. Spongiosa	1	5
Span	1	5
Metallentfernung u. Spongiosa	1	5
gesamt	20	100,0

Ergebnisse

In 17 von 20 Fällen konnten die Pseudarthrosen mit Sicherheit ausgeheilt werden. In einem Fall war das Ergebnis nicht feststellbar, da vom Hausarzt weiterbehandelt wurde und keine Nachkontrollen vorgenommen werden konnten. Die beiden infizierten, bzw. ehemals infizierten Pseudarthrosen kamen nach acht, bzw. 20 Monaten zur Ausheilung (Tabelle 48).

Zweimal konnte die Pseudarthrose nicht ausgeheilt werden:

In einem Fall war der Patient 14mal voroperiert; nach Bruch des Osteosynthesematerials nach einem Sturz wurde eine weitere operative Behandlung vom Patienten abgelehnt. Im anderen Fall wurde eine Fortsetzung der Behandlung vom Patienten ebenfalls abgelehnt. Nach insgesamt fünf Eingriffen war es zur Umwandlung einer atrophischen in eine hypertrophe Pseudarthrose gekommen.

Tab. 48: Zeitspann vom letzten Eingriff bis zum knöchernen Durchbau

Monate	Fälle	%
0-5	9	45
6-12	6	30
13-24	2	10
über 24	0	0
keine knöcherne Heilung	2	10
nicht feststellbar	1	5
gesamt		20
		100,0

In 17 Fällen wurde eine Operation durchgeführt, in zwei Fällen zwei Eingriffe. Nur in einem Fall einer infizierten Pseudarthrose waren drei Operationen notwendig. (Tabelle 49)

Tab. 49: Zahl der durchgeführten Operationen

	Fälle	%
1 Operation	17	85
2 Operationen	2	10
mehr als 2 Operationen	1	5
gesamt	20	100,0

An postoperativen Komplikationen trat nur in einem Fall ein Hämatom an der Spanentnahmestelle am Becken auf, das nach einem Monat abgeheilt war.

Insgesamt wurden von 20 Vorderarmpseudarthrosen 17 knöchern ausgeheilt, in einem Fall war der Verlauf nicht feststellbar, in zwei Fällen wurde keine knöcherne Ausheilung erzielt.

Bei sieben Patienten konnte die volle Wiederherstellung der Extremität erreicht werden, in zehn Fällen kam es zu Bewegungseinschränkungen, hauptsächlich der Umwendbewegungen und der Handgelenksbeweglichkeit.

Diskussion

AP der Tibia

Von AP der Tibia wurden zu 80% Männer betroffen, wobei die Altersgruppen von 20-25 Jahren und von 35-40 Jahren bevorzugt waren.

Nach Weber und Cech (Lit.45, S. 231) standen 71,6% männliche Patienten 28,4% weiblichen Patienten gegenüber.

Als primäres Trauma standen die Verkehrsunfälle an der Spitze, gefolgt von Arbeitsunfällen. Der hohe Anteil der Männer erklärt sich daraus, daß sie einerseits zu einem höheren Prozentsatz am Straßenverkehr teilnehmen und andererseits meist die unfallträglichen Arbeitsplätze besetzen.

Der Anteil der offenen Frakturen lag bei 16,7% und damit wesentlich niedriger als dem bei Weber und Cech angegebenen Prozentsatz von 45,5% (Lit. 45, S. 230). Circa ein Drittel der Patienten wies Mehrfragment/Trümmerfrakturen auf. Die Frakturen waren zu knapp 90% im mittleren und distalen Drittel lokalisiert, Pseudarthrosen nach proximalen Tibiafrakturen waren selten.

Aus der Tatsache, daß etwa die Hälfte der Pseudarthrosen nach konservativer Behandlung entstanden, während nach Weber und Cech (s.o.) nur 19% nach konservativer Behandlung entstanden waren (im Zeitraum von 1961-1970 , könnte man schließen, daß die operativen Techniken zur Frakturversorgung in den letzten zehn Jahren verfeinert wurden und dadurch die Pseudarthrosenhäufigkeit nach operativer Primärversorgung wesentlich zurückging. Die Primärversorgung bei operativ behandelten Frakturen wurde circa zur Hälfte der Fälle mit der Plattenosteosynthese, zu 20% mit dem Marknagel und zu 13% mit Verschraubungen durchgeführt. Andere Verfahren traten in den

Hintergrund. Bei den mit Plattenosteosynthese versorgten Frakturen waren die häufigsten Gründe für das Entstehen der Pseudarthrose entweder Plattenlockerung wegen zu kurz gewählter oder nicht ausreichend fixierter Platte, oder selten Plattenbruch.

Bei den mit Marknagel versorgten Frakturen waren die Nägel meist zu dünn gewählt oder sie wurden bei epiphysennahen Frakturen verwendet, wodurch es dann bei ungenügendem Nagelhalt wegen der auftretenden Wechselbelastung zu Ermüdungsbrüchen des Nagels mit Pseudarthrosenbildung oder mit Refrakturen kam. Nach Rehn (Lit. 36, S. 203) gewährleisteten dicke Kirschnerdrähte, Rushpins und extrem dünne Küntschernägel an den Schaftfrakturen des Ober- und Unterschenkels keine Stabilität, insbesondere keine Rotationsstabilität.

Abbildung 28 zeigt ein Beispiel einer insuffizienten Osteosynthese mit Schrauben. Bei kurzen Drehfrakturen wird der Hebelarm zwischen den Schrauben zu kurz, dadurch treten zu große Zugbeanspruchungen an den Schrauben auf, es kommt zur Lockerung und Instabilität mit nachfolgender Pseudarthrosenbildung, besonders bei frühzeitiger Belastung.

Ein Drittel der Pseudarthrosen war hypertroph, und zwar meist nach Plattenlockerung oder -bruch, gefolgt von der Nagelfixation.

Seltener entstand die hypertrophe Pseudarthrose nach konservativer Behandlung. Sämtliche Pseudarthrosen wurden operativ behandelt.

An der Spitze der operativen Methoden stand die Stabilisierung mit einem corticospongiösem Span nach Phemister. Seine Vorteile sind: einmaliger Eingriff, gute Erfolgsaussichten, rascher Durchbau, wenn folgende Voraussetzungen gegeben sind: Bei Patienten bis mittlerem Lebensalter, nicht zu lange bestehende Pseudarthrose

und gutem bis mittlerem Ausgangszustand der Weichteile und Gelenke (Lit. 19, S. 204). Nachteilig ist die notwendige Gipsruhigstellung. Witt konnte nachweisen, daß der autologe Kortikalisspan auf Grund seiner günstigen Induktion auf die Knochenneubildung einen sicheren Indikationsbereich hat. (Lit. 19, S. 208). Nach Weber und Cech (Lit. 45, S. 28) dient die Knochentransplantation jedoch bei Pseudarthrosen entweder dazu, einen Knochendefekt zu ersetzen oder um die Durchblutung nekrotischer Fragmente wiederherzustellen. Sie wird als nur eine Maßnahme unter mehreren bei der Behandlung der Pseudarthrose und als keine Behandlung per se beschrieben. Dabei ist allerdings darauf hinzuweisen, daß heute die Plattenosteosynthese mit Spongiosaplastik oder corticospongiösem Span die am häufigsten angewandte Taktik ist.

Der autologe Kortikalisspan wurde hauptsächlich bei hypo/atrophen Pseudarthrosen, und zwar auch bei älteren Patienten, eingesetzt. In einigen Fällen, wo liegendes Osteosynthesematerial wegen seines genügend festen Halts belassen wurde, wurde der Span zusätzlich mit Schrauben fixiert. Die Heilungszeiten bis zum knöchernen Durchbau waren bei alleiniger Verwendung des Kortikalisspans durchweg mit denen bei Plattenosteosynthese vergleichbar (4-13 Monate).

Der Marknagel wurde in keinem Fall zur Stabilisierung benutzt. Nach Hoehndorf (Lit. 16, S. 209) leistet der Markraumnagel bei der Pseudarthrosenbehandlung im mittleren Schaftdrittel von Femur und Tibia zweifelsohne gute Dienste, speziell bei hypertrophischen Pseudarthrosen. Biomechanische Stabilität ist jedoch mit der Stabilisierung mit der Druckplattenosteosynthese mindestens ebenso, wenn nicht sogar besser gewährt.

Das am zweithäufigsten angewendete Verfahren war die Plattenosteosynthese, meist in Verbindung mit Span oder Spongiosaplastik. Dem Nachteil des notwendigen zweiten Eingriffs zur Metallentfernung steht der Vorteil der sofortigen Übungsstabilität und damit Vermeidung von langwierigen Gelenksteifen und Muskelatrophien bei oft entsprechender Vorschädigung gegenüber. Dazu Weber und Cech (Lit. 45, S. 50): Die reaktiven, vitalen Pseudarthrosen benötigen zur Ausheilung mechanische Stabilität. Die stabile Osteosynthese, biomechanisch korrekt angelegt, induziert die Heilung. Eine Spanplastik als Stimulus zur Heilung oder Ersatz verlorener Substanz ist hier überflüssig. Ausnahme: Es kann ein kleinerer oder größerer Defekt vorliegen, der mit einer autologen Spongiosaplastik aufgefüllt wird, so daß nach der Heilung der Pseudarthrose der Knochen seine normale Tragfestigkeit zurückgewonnen hat. Nach M. Jäger (Lit. 19, S. 209) ist die Indikation zur Verwendung des kortikospongiösen Spans dann gegeben, wenn es sich um eine mäßiggradige Osteoporose im Pseudarthrosenabschnitt handelt und der kräftige Kortikalisspan eine zusätzliche Sicherung des Schraubenhalts darstellt.

Die Plattenosteosynthese wurde nahezu immer mit dem kortikospongiösen Span, in manchen Fällen mit Spongiosa zusätzlich, kombiniert. Die alleinige Versorgung mit Platte wurde nur dann durchgeführt, wenn es sich um eine hypertrophe Pseudarthrose handelte, die bereits Teildurchbau zeigte.

Der Fixateur externe in Verbindung mit kortikospongiösem Span wurde in vier Fällen verwendet. In einem Fall bei einer proximalen Tibiapseudarthrose nach Korrekturosteotomie, in drei Fällen distal davon zweimal nach mehrfachen Voroperationen und einmal zur gleichzeitigen Verriegelung des oberen Sprunggelenks. Nach Weber und

Cech (Lit. 45, S. 50) kommt der Fixateur externe bei AP der Tibia nur ausnahmsweise zur Anwendung: Bei instabilen Osteosynthesen und Pseudarthrosen nach Trümmerbruch des distalen Tibiaendes, bei diaphysären Pseudarthrosen mit schlechter weichteildeckung und Verdacht auf einen schleichenden Infekt, und bei Pseudarthrosen im Tibiakopf oder supramalleolär nach Korrekturosteotomie.

Zur knöchernen Ausheilung konnten 54 AP der Tibia gebracht werden. Die beiden aufgetretenen Mißerfolge können jedoch nicht mit letzter Sicherheit als solche bezeichnet werden, da die Behandlung in einem Fall noch nicht abgeschlossen ist und im anderen Fall anderweitig fortgesetzt wurde. Zur völligen Wiederherstellung der Gebrauchsfähigkeit der betroffenen Extremität konnte jedoch nur ein Drittel der Patienten gebracht werden, die restlichen Patienten trugen Dauerschäden davon. Dabei handelte es sich hauptsächlich um Bewegungseinschränkungen der angrenzenden Gelenke, Muskelatrophien und zum Teil um Beinverkürzungen.

Fallbeispiel Abb. 28, S. 111 : J.J., 27jähriger Patient nach Verkehrsunfall. Primäre Frakturversorgung mit drei Schrauben, nach sechs Wochen Vollbelastung im Gehgips. Nach sechs Monaten Pseudarthrosenoperation, Stabilisierung mit 9-Loch AO-Platte und Anlage von autologer Beckenkammspongiosa. 12 Monate nach Pseudarthrosenoperation knöcherner Durchbau. Die vorher bestehende Fehlstellung konnte beseitigt werden, bis eine Beinverkürzung von 1cm ist die Extremität völlig wiederhergestellt.

Diskussion

IP der Tibia

Die infizierte Pseudarthrose der Tibia ist die häufigste IP überhaupt (Lit. 45, S. 273). Die Ursachen sind darin zu sehen, daß die Weichteilbedeckung über der medialen Tibiafläche leicht verletzbar ist, wodurch häufig offene Frakturen auftreten. Außerdem ist durch die relativ schlechte lokale Durchblutung das Risiko einer posttraumatischen Osteomyelitis mit verzögerter oder ausbleibender knöcherner Heilung deutlich erhöht. Besonders gefährdet sind offene Frakturen und insuffiziente Osteosynthesen. (Lit. 2, S. 325).

36 IP der Tibia wurden vorgestellt. Betroffen waren zu circa 90% Männer, das Durchschnittsalter lag bei 38,2 Jahren mit einer Häufung in der Altersgruppe von 30-40 Jahren. In der entsprechenden Literatur (Lit. 2, S. 325, Lit. 45, S. 439, Lit. 1, S. 32, Lit. 38, S. 167, Lit. 45, S. 274) schwanken die Angaben über das Durchschnittsalter von 30-45 Jahren. Der Prozentsatz der betroffenen männlichen Patienten wird ausnahmslos mit 90% angegeben.

An der Spitze des auslösenden Traumas standen die Verkehrsunfälle, wobei besonders der hohe Anteil der Motorradfahrer auffiel. In der Literatur wird der Anteil der Verkehrsunfälle bei der Entstehung der IP der Tibia mit bis zu 80% angegeben. (Lit. 2, S. 325; Lit. 47, S. 591; Lit. 46, S. 439). Dabei wird auf die absolute Zunahme schwerer Extremitätenverletzungen im Straßenverkehr mit hohem Anteil offener Frakturen sowie auf die vermehrte Unfallrate jugendlicher Motorradfahrer hingewiesen.

Trümmer/Mehrfragmentfrakturen standen mit einem Anteil von circa 70% an der Spitze der Frakturtypen. Lokalisiert waren die Frakturen

zumeist im mittleren, bzw. distalen Drittel der Tibia, IP nach Frakturen im proximalen Drittel waren selten.

Primär wurden die Frakturen zu circa 80% operativ versorgt, wovon jeweils ein Drittel der Patienten ein- bzw. zweimal voroperiert waren. Am häufigsten waren IP der Tibia nach Plattenosteosynthese, gefolgt von der Marknagelosteosynthese. (Lit. 45, S. 274).

Unter den Stabilisierungsverfahren stand der Fixateur externe an der Spitze. In den meisten Fällen wurde versucht, in einer Sitzung den Infekt zu beseitigen und eine dauerhafte Stabilisierung zu erreichen. Osteosynthesematerial aus vorangegangenen Operationen wurde entfernt, wenn es keinen Beitrag mehr zur Stabilisierung leistete. Wenn nötig, wurden Sequestrotomien durchgeführt und Saug-Spül-Drainagen für die Dauer von drei Wochen angelegt. Spongiosaplastik, selten Spanplastik, wurde bei atrophien/hypotrophen IP eingebracht. Teilweise wurde die Pseudarthrose reseziert, oder der Markraum zur Verbesserung der Durchblutung eröffnet. Eine Spanplastik oder die Einbringung eines corticospongiösen Blocks aus dem Beckenkamm wurde bei Defekt/Teildefektpseudarthrosen angewendet.

Durch den Fixateur externe kann eine einwandfreie Stabilisierung erreicht werden, außerdem wird der infizierte Knochenbereich von Metall ausgespart, womit ein wesentlicher Beitrag zur Infektsanierung geleistet werden kann (Lit. 17, S. 580). Außerdem bietet der Fixateur externe alle Voraussetzungen für eine Funktionsverbesserung, da ein ungehindertes Training der Muskulatur, der Gelenkbeweglichkeit und des Gehens unter Teilbelastung vom ersten postoperativen Tag an ermöglicht wird. (Lit. 47, S. 590).

Die Plattenosteosynthese in Verbindung mit corticospongiösem Span wurde nur in einem Fall verwendet, und zwar bei einer ehemals IP, in Verbindung mit Antibiotikaschutz. Mit einer Plattenosteosynthese läßt sich zwar am sichersten die geforderte Stabilität erreichen, dieses Vorgehen ist jedoch mit dem Nachteil verbunden, daß ein Fremdkörper in den Herd eingebracht werden muß, der den Infekt unterhalten oder reaktivieren kann. (Lit. 37, S. 587). Bei beruhigtem Infekt oder Status nach früherem Infekt sind dagegen Plattenosteosynthesen erlaubt, obwohl die Indikation zu Verwendung von Platte und Span zurückhaltend gestellt wird. (Lit. 19, S. 209)

In einigen Fällen konnte die IP allein durch Metallentfernung saniert werden. Wenn bereits ein Teildurchbau eingetreten war, wurde auf weitere Maßnahmen verzichtet. Daraus ist ersichtlich, daß gelockertes Osteosynthesematerial in der Lage ist, die Infektion zu unterhalten.

70% der IP der Tibia konnten völlig saniert werden. Die dazu notwendige Heilungszeit lag bei 28% zwischen 6 und 12 Monaten, bei weiteren 28% zwischen 12 und 24 Monaten. Jedoch konnte nur in fünf Fällen eine völlige Wiederherstellung der Extremität erreicht werden, (d.h., knöcherne Sanierung und Infektsanierung, Schmerzfreiheit und völlige Wiedererlangung der freien Gelenkbeweglichkeit, ausreichende Durchblutung und keine wesentliche Fehlstellung und Verkürzung). Die im Vergleich zur Literatur (Lit. 38, S. 167, Lit. 46, S. 439) relativ hohe Amputationsrate von 13,9% gegenüber 10% läßt sich darauf zurückführen, daß drei Patienten (8,3%) von vornherein keine Erhaltung der Extremität, sondern wegen meist langwieriger und erfolgloser Vorbehandlung die Amputation wünschten.

Aus diesen Ergebnissen ist ersichtlich, daß die Behandlung der

IP der Tibia eine langwierige, aufwendige Therapie erfordert und für den Patienten eine starke psychische, teils auch soziale Belastung darstellt. Dennoch ist eine Heilung oder zumindest eine Verbesserung des oft präoperativ ungünstigen Ausgangszustandes bei Anwendung der oben geschilderten Verfahren und Bereitschaft der Patienten zur Mitarbeit zu erreichen.

Fallbeispiel: (Abbildung 29, S. 113) Korrekturosteotomie nach in Fehlstellung verheilte distale Tibiafraktur, nach zwei Monaten Reoperation wegen Außenrotationsfehlstellung mit Platte und autologer Spongiosa. Unmittelbar im Anschluß an die Reoperation Schwellung der Extremität und Fistelbildung. Nach 12 Monaten Pseudarthrosenoperation: Metallentfernung wegen Plattenlockerung, Excision des pseudarthrotischen Gewebes, Fibulaosteotomie. Anlegen eines dreidimensionalen Fixateur externe und Spongiosaplastik aus dem Beckenkamm. Nach fünf Monaten weitgehender knöcherner Durchbau. Neun Monate nach der Operation wird der Fixateur externe entfernt, für ein weiteres halbes Jahr ein Gehapparat getragen. Die Pseudarthrose und der Infekt sind ausgeheilt, es besteht eine Beinverkürzung von 2cm, die Beweglichkeit ist weitgehend wiederhergestellt.

Diskussion

Femurpseudarthrosen

27 Patienten mit AP und 12 Patienten mit IP des Femur wurden vorgestellt. Dabei ist anzumerken, daß die Heilungsrate bei den AP des Femur 92,5% betrug, während bei den IP nur in 50% ein knöcherner Durchbau erzielt werden konnte.

Das Durchschnittsalter der zu 2/3 männlichen und zu 1/3 weiblichen Patienten lag bei 38 Jahren. (vgl. Lit.47, S. 163).

Als auslösendes Trauma dominierten ähnlich wie bei den Pseudarthrosen der Tibia die Verkehrsunfälle mit einem Anteil von circa 65%. Infizierte Pseudarthrosen entstanden häufiger nach Verkehrsunfällen als aseptische Pseudarthrosen, außerdem kam es nach offenen Frakturen häufiger zu IP.

IP waren häufig nach schweren Traumen entstanden, oft im Rahmen eines Polytraumas. Die Infektion trat meist Tage bis Wochen nach der Primärversorgung in Erscheinung. K. Weise (Lit. 47. S. 161ff) nennt folgende Hauptursachen für die Entstehung der IP am Femur: Primär offene Frakturen mit schwerer Weichteilschädigung machen nur ein Drittel der Fälle aus. Häufiger kommen folgende Ursachen in Betracht: Herauslösung und Denudierung von Fragmenten im Rahmen der Erstversorgung von Trümmerfrakturen mit nachfolgender Durchblutungsstörung im Interesse falsch verstandener Röntgenkosmetik. Außerdem fehlerhafte Osteosynthese mit zu kurzer Platte bei ungenügender medialer Abstützung oder Anhäufung von Osteosynthesematerial im Bereich einer Trümmerfraktur.

Lokalisiert waren die Femurpseudarthrosen zu circa 60% im mittleren Drittel, zu 25% im distalen Drittel, während das proximale Drittel zu 15% betroffen war.

Der präoperative Zustand stellt sich folgendermaßen dar: von den AP war die Hälfte hypo/atroph, ein Drittel hypertroph, der Rest setzte sich aus Defekt/Teildefektpseudarthrosen zusammen. Dagegen lag der Anteil der Defekt/Teildefektpseudarthrosen in den infizierten Fällen bei circa 50%.

Die hypertrophen Pseudarthrosen waren meist nach Marknagelung mit zu dünnem Nagel oder nach Nagelbruch entstanden, in einem Fall nach Primärversorgung mit zwei Ruhpins. Dagegen entstanden die atrophen Pseudarthrosen fast durchweg nach Plattenosteosynthese, selten nach konservativer Behandlung. (vgl. Lit. 45, S. 186)

Die Primärversorgung wurde zu jeweils 40% mit Plattenosteosynthese und Küntschnagel durchgeführt. Nach Weber und Cech (Lit. 45, S. 193) entstehen Pseudarthrosen des Femur am häufigsten nach Marknagelung, gefolgt von der Plattenosteosynthese.

Bei der Versorgung der AP dominierte die interne Stabilisierung. In 3/4 der Fälle wurde die Plattenosteosynthese, fast immer in Kombination mit Span- und Spongiosaplastik, durchgeführt. Bei hypertrophen Pseudarthrosen wurde auf die Knochentransplantation verzichtet, unter der Voraussetzung, daß der pseudarthrotische Knochen entfernt und die Fragmentenden mit ausreichendem Kontakt aufeinandergestellt und unter Druck gesetzt werden konnten. Der Marknagel wurde bei 10% zur Stabilisierung benutzt, und zwar ausschließlich bei hypertrophen Pseudarthrosen in Schaftmitte.

Nach M. Jäger (Lit. 19, S. 204) ist die Marknagelosteosynthese indiziert bei Tibia- und Femurpseudarthrosen in Schaftmitte.

Handelt es sich um hypertrophe Pseudarthrosen, ist die alleinige Aufbohrung und stabile Nagelfixation meist ausreichend, eventuell

in Kombination mit der Dekortikation. Dagegen ist bei atrophischen Pseudarthrosen unbedingt die Nagelung mit Spongiosaplastik zu kombinieren. Bei Weber und Cech (Lit. 45, S. 193) wird der Anteil der Marknagelungen bei Femurpseudarthrosen mit circa 20%, derjenige, der mit Plattenosteosynthese versorgten Pseudarthrosen mit circa 70% angegeben.

Zum Problem des Verfahrenswechsels vom Marknagel auf die Platte trifft Rehn folgende Aussage (Lit. 36, S. 210): Bei einer richtig indizierten Küntschernagelung am Oberschenkel wird das Auswechseln des zu dünnen gegen einen die Fraktur proximal und distal schlüssig fixierten Nagels und Aufbohrung der Markhöhle zur Ausheilung führen. Ist eine Freilegung der Fraktur zur Reposition- auch bei vorliegender Anzeigestellung zur Nagelung- erforderlich, so verwenden wir wegen der bereits erfolgten periostalen Freilegung die Verplattung. Dagegen ist nach Weber und Cech (Lit. 45, S. 195) der Wechsel auf die Platte nach Nagelung mit Aufbohrung im mittleren Drittel nicht erlaubt, mit einer Ausnahme: Die hypertrophe Pseudarthrose mit liegendem dünnen Marknagel. An der Orthopädischen Universitätsklinik München-Harlaching wurde der Verfahrenswechsel vom Nagel auf die Platte unter folgenden Voraussetzungen durchgeführt: Bei hypertrophen Pseudarthrosen in Schaftmitte, wobei durchweg sehr lange Platten in Kombination mit massiver Span/Spongiosaplastik zur Anwendung kamen, außerdem noch bei dünnem Marknagel oder bei mit Küntschernagel versorgten Frakturen im proximalen bzw. distalen Drittel.

Bei infizierten Femurpseudarthrosen war die Behandlung wesentlich langwieriger und aufwendiger als bei APs, die Ergebnisse durchweg ungünstiger. In den meisten Fällen waren die Patienten bereits mehrfach voroperiert und die Weichteile erheblich geschädigt. Es

wurde versucht, wenn möglich in einem Eingriff, die Fisteln zu excidieren, das infizierte pseudarthrotische Gewebe zu entfernen, und autologe Spongiosa anzulagern. Der Kortikalisspan wurde im floriden Stadium des Infekts nicht eingebracht, da er einen potentiellen Sequester darstellt. Zur externen Stabilisierung wurde in den meisten Fällen das Wagnergerät verwendet. Wenn nach dem ersten Eingriff kein knöcherner Durchbau zu erzielen war, wurde nach Infektsanierung die bei den AP des Femur übliche Versorgung mit Platte, Span und Spongiosa vorgenommen. K. Weise (Lit. 47, S. 163) gibt in einer Untersuchung über Infektpseudarthrosen des Oberschenkelchaftes zur Stabilisierung vorwiegend die überbrückende Platte, seltener die äußere Stabilisierung im massiven Stadium des Infekts oder bei langstreckiger Sequestrierung an. Damit wurden in 85% der Fälle eine gut knöcherne Durchbauung, in 75% Sanierung der Weichteile erzielt. Dagegen ist nach Weber und Cech (Lit. 45, S. 57) die Plattenosteosynthese bei infizierten Pseudarthrosen des Femur nur dann erlaubt, wenn keine andere Stabilisierung eine günstigere Ruhigstellung ermöglicht, die Infektion sehr blande ist und Sequester fehlen. Nach G. Hörster (Lit. 17, S. 580) ist Übungsstabilität auch am Oberschenkel durch einen einfachen lateral angebrachten Klammerfixateur zu erreichen. Dadurch können die Nachteile der Plattenosteosynthese im Infekt umgangen werden. Die Platte sollte nur benutzt werden, wenn sie auf gut durchblutete Kortikalis gebracht werden kann, wobei im Bereich des Plattenlagers möglichst einwandfreier Kontakt der Hauptfragmente vorhanden sein sollte.

25 von 27 AP des Femur kamen zur Ausheilung. Ein Patient verstarb 6 Monate nach der Operation, in einem Fall war das Ergebnis nicht feststellbar. In den meisten Fällen war ein Eingriff ausreichend,

die Heilungszeit bis zum knöchernen Durchbau betrug im Durchschnitt 10 Monate. Die Endergebnisse bezüglich der Gelenkbeweglichkeit von Hüfte und Knie waren bei fast allen Patienten als gut, bzw. wesentlich gebessert zu bezeichnen, auffällig war eine größere Zahl von Beinverkürzungen bis zu 5cm.

Bei infizierten Pseudarthrosen des Femur konnten 6 von zwölf Pseudarthrosen knöchern ausgeheilt werden. Amputiert werden mußte in einem Fall. In fünf Fällen besteht die Pseudarthrose weiterhin, die Patienten wurden mit einem entlastenden Apparat versorgt. Die Zeit bis zum knöchernen Durchbau betrug zwischen 12 und 24 Monaten.

Fallbeispiele:

AP des Femur (Abbildung 30, S. 115): J.F., 19jähriger Patient, Femurfraktur nach Verkehrsunfall, mit Küntschnagel versorgt. Acht Monate nach Primärversorgung Nagelbruch bei hypertropher, völlig mobiler Pseudarthrose. Pseudarthrosenversorgung mit 14-Loch DC Platte, Spongiosa und 7mal 2cm messenden Span aus dem Becken. Der Span wird mit zwei Schrauben fixiert. Nach sechs Monaten ist die Pseudarthrose knöchern durchbaut. Metallentfernung nach 14 Monaten. Die Extremität ist völlig wiederhergestellt, Bewegungseinschränkungen bestehen nicht.

IP des Femur (Abbildung 31, S. 117): A.E., 19jähriger Patient. Fraktur nach Verkehrsunfall, Primärversorgung nach Küntschnagel, drei Monate postoperativ Fistelbildung. 17 Monate nach dem Trauma Pseudarthrosenversorgung. In der Zwischenzeit fünfmalige Fistelrevision an auswärtigen Kliniken. Hier in einer ersten Sitzung

Fistelrevision, Ausräumung der pseudarthrotischen Höhle, Anlegen des Wagnergeräts. Nach neun Monaten Entfernung des Wagnergeräts wegen Osteolyse im Schraubenbereich bei nicht durchbauter Pseudarthrose und blandem Infekt. In einer zweiten Operation Anlegen einer 14-Loch Neutralisationsplatte in Verbindung mit kortikospongiosen Span und Spongiosa aus dem Becken. Der Span wird mit zwei Naviculareschrauben fixiert. Nach 15 Monaten Metallentfernung. Die Pseudarthrose ist 23 Monate nach der ersten Operation hier ausgeheilt, der Infekt beseitigt. Es kam zu einer Beinverkürzung von drei Zentimetern und zu einer Bewegungseinschränkung des Hüftgelenks um ein Drittel bei Innenrotation, außerdem war die Beugung im Kniegelenk um 30° gegenüber der Gegenseite eingeschränkt.

Diskussion

Humeruspseudarthrosen

Vorge stellt wurden 15 Patienten mit Pseudarthrosen des Humerus, davon elf Fälle mit AP, vier Fälle mit IP. Wie auch bei den Pseudarthrosen der unteren Extremität waren die Patienten hauptsächlich Männer. Das Durchschnittsalter der Patienten lag bei 32 Jahren. Entstanden waren die Pseudarthrosen überwiegend nach Frakturen im Rahmen von Verkehrsunfällen. Bei 45% der Fälle mit AP war die Fraktur primär konservativ versorgt worden. Ursachen zur Entstehung von Humerus pseudarthrosen nach konservativer Behandlung dürften in ungenügender Ruhigstellung (Lit. 31, S. 229) und in den extendierenden Verfahren zu suchen sein (Lit. 15, S. 137). Intramedulläre Kraftträger wie Küntschernagel und Rushpins waren in knapp 30% zur Primärversorgung der Fraktur verwendet worden. Diese Verfahren sind zur Fraktur stabilisierung ungeeignet, da bei der Operation zumindest keine Rotationsstabilität gewährleistet ist (Lit. 36, S. 203; Lit. 15, S. 137). Nach Plattenosteosynthesen war circa ein Drittel der Humerus pseudarthrosen entstanden. Dabei war auffällig, daß es zu drei von insgesamt vier IP des Humerus nach Plattenosteosynthese kam. In einem Fall war die Fraktur primär verschraubt worden. Da drei geschlossene und nur eine offene Fraktur vorlagen, und die Infektion jeweils nach dem ersten Stabilisierungsversuch manifest geworden war, ist das Entstehen des Infekts und der Pseudarthrose vermutlich auf intraoperative Maßnahmen zurückzuführen.

Zu Pseudarthrosen nach Plattenosteosynthese kam es bei zu kurzer oder zu schmaler Platte, besonders wenn pro Fragment nur zwei Schrauben verwendet werden, wodurch keine ausreichende Stabilität erzielt werden kann. Wenn eine Humerusfraktur operativ versorgt

wird, wird die Druckplatte zur Primärversorgung empfohlen (Lit. 31, S. 229). Außerdem soll die Platte genügend lang und breit gewählt werden, und die Indikation zur autologen Spongiosaplastik großzügig gestellt werden. Der Anteil der Radialverletzung als gefürchtete Komplikation bei Plattenosteosynthese wird in der Literatur zwischen 3 und 30% angegeben (Lit. 31, S.229.).

An der Orthopädischen Universitätsklinik München-Harlaching trat in einem von zehn Fällen eine passagere postoperative Radialparese auf (=10%).

Hypo/atrophe Pseudarthrosen entstanden überwiegend nach konservativer Primärversorgung, bzw. nach Plattenosteosynthese, während hypertrophe Pseudarthrosen hauptsächlich das Ergebnis von Markraumstabilisierungen waren. Eine atrophe Pseudarthrose entstand nach fünf Voroperationen, wobei entweder Küntschnagel oder Rushpins verwendet wurden.

Humeruspseudarthrosen traten gehäuft im Schaftbereich auf, während das distale Drittel seltener betroffen war. Im proximalen Anteil kam es nur in einem Fall zur Pseudarthrose. Dies dürfte der guten Heilungstendenz von proximalen Humerusfrakturen im spongiösen Knochenbereich entsprechen.

Zur Stabilisierung von zehn der insgesamt elf AP des Humerus wurde die Plattenosteosynthese angewendet, in einem Fall einer proximalen Humerspseudarthrose wurde eine Kopfkappenplastik nach Jäger durchgeführt. Die Platten wurden ausreichend lang dimensioniert, um eine möglichst gute Stabilität im meist osteoporotisch veränderten Knochen zu erzielen. Bei Übungsstabilität wurde frühzeitig mit Krankengymnastik begonnen, um bleibende Bewegungseinschränkungen in benachbarten Gelenken zu vermeiden. Die Platte wurde nach Möglichkeit als Druckplatte eingesetzt, bei

kurzer Schrägfraktur auch als Neutralisationsplatte in Kombination mit einer Zugschraube. Bei atroph/hypertrophen Pseudarthrosen wurde nach folgendem Schema verfahren: Nach eventueller Resektion des pseudarthrotischen Gewebes Spaneinfaltung und Anlagerung von autologer Spongiosa wurde die Druckplatte angelegt. Wenn sich nach der Pseudarthrosenresektion die Fragmentenden als gut durchblutet erwiesen, wurde in besonders gelagerten Fällen keine Spongiosa eingebracht. Bei hypertrophen Pseudarthrosen war in der Regel die Versorgung mit der Druckplatte allein ausreichend. Nur in einem Fall mußte in einer zweiten Sitzung ein Plattenwechsel und die Anlagerung von kortikospongiösem Material vorgenommen werden. Eine hypertrophe Pseudarthrose mit Teildefekt konnte mit Plattenosteosynthese, Span und Spongiosa zur Ausheilung gebracht werden. Nach H.G. Hermichen (Lit. 15, S. 137) ist bei atrophen Pseudarthrosen immer die Anlagerung von autologer Spongiosa notwendig, bei hypertrophen Pseudarthrosen dagegen nur ausnahmsweise, nämlich bei gleichzeitiger Achsenknickung mit Korrektur derselben. H. Zenker (Lit. 49, S. 14ff) empfiehlt für supracondyläre Humeruspseudarthrosen bei ausreichender Länge des distalen Fragments die Versorgung mit der Druckplattenosteosynthese, eventuell in Verbindung mit der klassischen Methode der autoplastischen Spantransplantation.

Bei der Behandlung der infizierten Humeruspseudarthrosen kamen zwei Verfahren zur Anwendung: Entweder wurde versucht, zuerst den Infekt zu beseitigen, bzw. einen floriden Infekt in einen blanden überzuführen, und anschließend die Pseudarthrose zu stabilisieren, oder es wurde primär die Stabilisierung vorgenommen und anschließend der Infekt zur Abheilung gebracht. Beide Verfahren erwiesen sich als erfolgreich. Zur Stabilisierung wurde in zwei Fällen

die Plattenosteosynthese verwendet. In einem Fall war die Pseudarthrose bereits teilweise durchbaut, so daß auf eine Plattenosteosynthese verzichtet wurde und nur durch die Anlagerung von autologer Spongiosa die völlige knöcherne Durchbauung gelang. Im Fall einer infizierten Defektpseudarthrose konnte der Infekt nach operativer Ausräumung, Fistelrevision und Saug-Spül-Drainage zur Abheilung gebracht werden. In einer zweiten Sitzung wurde ein 20cm langer Span aus der Tibia proximal in die Markhöhle eingebohrt, distal mit zwei Cerclagen fixiert. Nach Hörster (Lit. 17, S. 580) können auch am Oberarm häufig die Nachteile der Plattenosteosynthese im Infekt umgangen werden, und zwar durch einfachen lateral angebrachten Klammerfixateur. Die Platte wird nur dann empfohlen, wenn sie auf gut durchblutete Kortikalis gebracht werden kann, wobei ein möglichst einwandfreier Kontakt der Fragmente bestehen soll. Besonders bei schlecht durchbluteter Kortikalis wird die Revaskularisation unter der Platte und die Infektberuhigung unter der Platte gestört. In dem Fall, in dem die Plattenosteosynthese hier in Verbindung mit kortikospongiösem Material im Stadium des floriden Infekts verwendet wurde, bestand zwar die Fistel über die knöcherne Heilungszeit hinaus weiterhin, heilte aber nach Metallentfernung ab.

Die Zeit bis zum knöchernen Durchbau war bei den IP erstaunlicherweise nicht länger als bei den AP des Humerus.

An Nervenläsionen trat nur in einem einzigen Fall postoperativ eine Radialisteilparese auf, die nach fünf Wochen vollkommen abgeklungen war. Vorbestehende Nervenläsionen zeigten allerdings postoperativ nur eine geringe Besserungstendenz.

Zehn der elf AP des Humerus konnten knöchern ausgeheilt werden. In einem Fall war das Ergebnis wegen fehlender Nachkontrollen nicht feststellbar. Bei sechs Patienten blieb allerdings ein er-

heblicher Dauerschaden in Form von Bewegungseinschränkungen im Ellbogen-, bzw. Schultergelenk zurück. Ursachen dafür waren entweder vorbestehende traumatische Nervenläsionen oder langwierige und erfolglose Vorbehandlungen. Die durch die Operation bedingten Humerusverkürzungen waren für die Funktion von untergeordneter Bedeutung.

Alle vier IP des Humerus konnten ausgeheilt werden. Die funktionellen Ergebnisse bezüglich der Gebrauchsfähigkeit waren jedoch durchweg schlechter als bei den AP. Als Grund dafür ist außer den durch die Infektion oft schwer geschädigten Weichteilen auch der längere Zeitraum vom Trauma bis zur Pseudarthrosenrevision hier zu berücksichtigen.

Fallbeispiel:

AP des Humerus (Abbildung 32, S. 120) : J.B., 29jähriger Patient, Humerusschaftfraktur bei Verkehrsunfall, primär mit Rushpin versorgt. Nach 12 Monaten hier Revision der hypertrophen Pseudarthrose. Nach Entfernung des Metalls und überschüssigen Kallus, Anlegen einer selbstspannenden 6-Loch Platte. Nach 13 Monaten ist die Pseudarthrose knöchern ausgeheilt, die Platte kann entfernt werden. Die präoperativ bestehende Einschränkung der Ellbogenbeweglichkeit (0/30/130) ist im ausgeheilten Zustand bis auf ein Streckdefizit von 5° behoben.

Diskussion

Vorderarmpseudarthrosen

Die Wiederherstellung der normalen Funktion nach Fraktur und besonders nach Pseudarthrosenbildung ist am Vorderarm ungleich schwieriger als bei den anderen besprochenen Skelettanteilen. Als Grund dafür ist zu nennen, daß die Funktionseinheit von Ulna, Radius und Membrana interossea praktisch immer durch die Pseudarthrosenbildung eines Partnerknochens schwerwiegend gestört ist. Dazu kommt es besonders bei Pseudarthrosen in Fehlstellung, Verkürzung durch Frakturheilung des Partnerknochens bei Komplettfraktur zur Schrumpfung oder Vernarbung der Membrana interossea. Die Schädigung der Membrana interossea wird besonders durch längere Immobilisation in der Vorgeschichte begünstigt. Außerdem kommt es zu einer Einschränkung der Beweglichkeit von Ellbogen- und Handgelenk. Speziell die Umwendbewegungen sind bei Vorderarmfrakturen, bzw. -pseudarthrosen in den meisten Fällen behindert (Lit. 45, S. 124).

Vorgestellt wurden 20 Fälle von Vorderarmpseudarthrosen, davon 18 AP und zwei IP. 14mal war die Ulna, 4mal der Radius betroffen. Dies entspricht einem Anteil von 70% Ulnapseudarthrosen. In der Literatur (Lit. 45, S.124; Lit. 24, S. 449) wird der Anteil der Ulnapseudarthrosen mit knapp 60% angegeben.

Im Unterschied zu den anderen besprochenen Skelettanteilen (Humerus, Femur, Tibia) war das weibliche Geschlecht zu knapp 50% betroffen. Diese Tatsache kann auf den geringen Anteil von Verkehrsunfällen (40%) bei der Entstehung der Vorderarmpseudarthrosen zurückgeführt werden. Ein Großteil der Pseudarthrosen war nach Unfällen im häuslichen Bereich entstanden. In einem Fall war kein

Trauma erinnerlich, die Ulnapseudarthrose war vermutlich auf einen 15 Jahre zurückliegenden Verkehrsunfall mit Radiusfraktur zurückzuführen. Die Fraktur war folgenlos abgeheilt; nach 13 Jahren kam es zu einer kolbigen Auftreibung im Bereich der Ulna und zu einer schmerzhaften Bewegungseinschränkung im Handgelenk. Dies deckt sich mit der Aussage von W. Albach (Lit. 2, S. 469): Bei straffen Ulnapseudarthrosen ist keine Versorgung notwendig, da keine funktionellen Ausfälle von Unterarm und Hand bestehen. Die in diesem Fall nach einem so langen Zeitraum aufgetretenen Beschwerden dürften durch Überanstrengung ausgelöst worden sein.

Zur Lokalisation der Vorderarmpeudarthrosen ist zu sagen, daß auffallend häufig die Diaphyse der Ulna (40%) betroffen war. Die Primärversorgung der Frakturen erfolgte bei 80% der Fälle operativ, wobei bei mehr als der Hälfte der Patienten die Plattenosteosynthese zur Anwendung kam. Intramedulläre Kraftträger wie Küntschernagel und Rushpins waren zu 25% verwendet worden. Dieses Verfahren ist zur primären Frakturversorgung ebenso wie zur Pseudarthrosenversorgung ungeeignet, da wie bei den Humerusfrakturen keine Rotationsstabilität erreicht werden kann. (vgl. Lit. 2, S. 469; Lit. 36, S. 203). Zu Vorderarmpeudarthrosen nach Plattenosteosynthese kam es meist dann, wenn zu kurze Platten verwendet worden waren. Bei der operativen Revision der Pseudarthrose war in fast allen Fällen eine Lockerung des Implantats feststellbar. (vgl. Lit. 45, S. 124; Lit. 2, S. 469). Nach E.H. Kuner (Lit. 24, S. 449) entstehen Vorderarmpeudarthrosen vor allem bei fehlender mechanischer Stabilität und Sperrwirkung des intakten Partnerknochens. Außerdem wird eine inadäquate Indikationsstellung und operationstechnische Mängel als Grund für die Pseudarthrosenentstehung angegeben. Nach Finkbeiner (Lit. 11, S. 353) ist die

Vorderarmpseudarthrose vorwiegend vermeidbare Behandlungsfolge und nicht etwa unabwendbare Unfallfolge.

Der Anteil der hypertrophen Pseudarthrosen lag bei 30%, wobei keine Häufung nach Primärversorgung mit intramedullären Kraftträgern oder konservativer Behandlung erkennbar war.

Zur operativen Versorgung der Pseudarthrose wurde zu 85% die Platte verwendet. Hypertrophe Pseudarthrosen wurden nur mit der Druckplatte stabilisiert, während bei atrophen/hypotrophen Pseudarthrosen die Platte mit Span/Spongiosaplastik kombiniert wurde. Der entscheidende Vorteil der Plattenosteosynthese ist die rasche Wiederherstellung der Beweglichkeit, insbesondere der Umwendbewegungen (Lit. 2, S. 469). Dabei wird darauf hingewiesen, daß Reosteosynthesen möglichst bald durchgeführt werden sollen, um die Beweglichkeit der Extremität nicht zu sehr zu gefährden (vgl. Lit. 34, S. 455). Nach H. Zenker (Lit. 49, S. 25) ist bei der distalen Pseudarthrose die Spantransplantation das sicherste Verfahren. Ist das distale Fragment nur wenige Zentimeter lang, so wird der Span in typischer Weise vernäht und mit Drahtcerclagen fixiert.

Die beiden IP des Vorderarm wurden folgendermaßen versorgt: In einem Fall kam es nach Metallentfernung bei bereits teildurchbauter Pseudarthrose zur Ausheilung, im anderen Fall waren mehrfache Sequestrotomien und Fistelrevisionen zur Infektbeseitigung notwendig. Der knöcherne Durchbau konnte anschließend durch Plattenosteosynthese in Kombination mit autologem Span erreicht werden. In der Literatur werden für das Vorgehen bei IP des Vorderarm verschiedene Verfahren empfohlen: Nach K.D. Vitt (Lit. 44, S. 493) ist die Stabilisierungsmethode der Wahl bei offenen Frakturen und IP des Vorderarm die Osteosynthese mit dem Fixateur externe. Dagegen ist nach G. Hörster (Lit. 17, S. 580) der Fixateur externe

am Vorderarm meist ungeeignet, und zwar wegen der anatomischen Dimensionen. Zur Dauerstabilisierung im Infekt wird grundsätzlich die Plattenosteosynthese empfohlen. Eventuell vorhandene Defekte werden mit dem kortikospongiösem Span ausgefüllt. Dabei wird darauf hingewiesen, daß zwischen implantiertem Span und Hauptfragmenten exakter Kontakt vorliegen sollte, um das Eindringen von infiziertem Granulationsgewebe aus dem Plattenlager zu verhindern und eine ergänzende Spongiosaplastik überflüssig zu machen. Nach Weber und Cech (Lit. 45, S. 128) wird bei IP mit floridem Infekt die Stabilisierung mit der Platte abgelehnt. Nach Fistelrevision, Entfernung der Granulation, Sequestrotomie und Dekortikation wird die Spongiosaplastik zur Überbrückung und Revitalisierung der Pseudarthrose empfohlen.

17 von 20 Vorderarmpseudarthrosen konnten sicher ausgeheilt werden. Einmal war das Ergebnis nicht feststellbar. In zwei weiteren Fällen wurde eine weitere Behandlung von den Patienten abgelehnt. Besonders auffallend war die relativ kurze Zeit bis zu knöchernem Durchbau, die bei 45% der Patienten unter sechs Monaten lag. In sieben Fällen konnte die Extremität bezüglich der Funktion voll wiederhergestellt werden, bei zehn Patienten konnten allerdings die vorbestehenden Bewegungseinschränkungen, besonders die Handgelenks- und Umwendbewegungen, nur geringfügig verbessert werden. Dies entspricht der Aussage von O. Pfister (Lit. 34, S. 459), wonach bei über der Hälfte seiner Patienten mit Vorderarmpseudarthrosen keine Verbesserung des Bewegungsbefundes zu erzielen war.

Fallbeispiele:

Ehemals IP der Ulna (Abbildung 33, S. 122): C.L., 27jährige Patientin, Ulnapseudarthrose nach Monteggia-Fraktur, primär mit

6-Loch Platte versorgt. Postoperativ Infektion mit Fistel und konsekutiver Plattenlockerung. Bei der Pseudarthrosenrevision nach 20 Monaten wurde nur die Platte entfernt und Spongiosa angelagert, da die Fraktur ausreichend fest erschien. 20 Monate postoperativ war die Pseudarthrose sicher durchgebaut, die Beweglichkeit der Extremität nur geringgradig eingeschränkt.

AP der Ulna (Abbildung 34, S. 124): H.S., 19jähriger Patient, angeblich nicht erkannte Ulnafraktur. Straffe Ulnapseudarthrose in Schaftmitte. Nach Pseudarthrosenresektion Einbringung eines 5cm langen T-Spans in den entstandenen Defekt und Anlegen einer 7-Loch-Platte. Drei Monate postoperativ ist die Pseudarthrose durchbaut. Als Dauerschaden bleibt eine Ulnaverkürzung von 6mm und eine geringgradige Bewegungseinschränkung im Ellbogen- und Handgelenk.

Zusammenfassung

164 Fälle von Pseudarthrosen wurden besprochen. Die Unterteilung erfolgte in Tibia-, Humerus-, Femur- und Vorderarmpseudarthrosen wobei jeweils noch nach IP und AP unterschieden wurde. Die Patienten wurden im Zeitraum von 1971 bis 1980 an der Orthopädischen Universitätsklinik München-Harlaching versorgt.

Tibiapseudarthrosen aseptisch

Betroffen waren zu 80% männliche Patienten.

Die Frakturen waren hauptsächlich im Rahmen von Verkehrs- und Arbeitsunfällen entstanden.

Pseudarthrosen im proximalen Tibiadrittel waren selten.

Circa die Hälfte der Pseudarthrosen war nach konservativer Behandlung entstanden.

Die primär operativ versorgten Frakturen wurden meist mit Plattenosteosynthese, seltener mit dem Marknagel versorgt.

Hauptgründe für die Entstehung von Pseudarthrosen waren ungenügende Ruhigstellung, zu frühe Belastung, Plattenlockerung oder zu dünn gewählte Küntschernägel.

Sämtliche AP der Tibia wurden operativ behandelt. Meist kam der Phemisterspan zur Anwendung, gefolgt von der Plattenosteosynthese mit oder ohne autologe Knochentransplantation.

Die Zeit bis zum knöchernen Durchbau bei alleiniger Verwendung des Kortikalisspans ist durchaus mit derjenigen bei Plattenosteosynthese vergleichbar.

Bei distalen Tibiapseudarthrosen wurde in mehreren Fällen der Fixateur externe eingesetzt.

54 von insgesamt 56 AP der Tibia konnten zum knöchernen Durchbau gebracht werden.

Tibiapseudarthrosen, infiziert

Die infizierte Tibiapseudarthrose ist die häufigste IP überhaupt. Betroffen waren zu circa 90% männliche Patienten.

Die Frakturen entstanden hauptsächlich im Rahmen von Verkehrsunfällen, wobei der hohe Anteil der Motorradfahrer auffiel.

Zu 70% handelte es sich um Trümmer/Mehrfragmentfrakturen.

IP der Tibia im proximalen Drittel waren selten.

80% der Frakturen wurden primär operativ versorgt, wobei Plattenosteosynthesen, gefolgt vom Marknagel, an der Spitze standen.

In den meisten Fällen wurde der Fixateur externe zur Stabilisierung der Pseudarthrose eingesetzt, bei atrophien/hypotrophen IP zusätzlich mit autologer Knochentransplantation in Form von Spongiosa, seltener Spanplastik.

Bei IP, die bereits Teildurchbau zeigten, konnte in einigen Fällen allein durch Metallentfernung eine Infektsanierung und ein vollständiger knöcherner Durchbau erreicht werden.

70% der IP der Tibia konnten knöchern saniert werden. Die Amputationsrate lag bei 13,9%.

AP und IP des Femur

Die Heilungsrate bei den AP des Femur betrug 92,5%, während bei den IP nur in 50% ein knöcherner Durchbau erreicht werden konnte. Der Anteil der Verkehrsunfälle bei der Frakturentstehung lag bei 65%.

Femurpseudarthrosen im proximalen Drittel waren relativ selten.

Auffallend war der hohe Anteil der Defekt/Teildefektpseudarthrosen von 50% bei den infizierten Fällen.

Hypertrophe Femurpseudarthrosen entstanden meist nach Marknagelung,

hypo/atrophe Pseudarthrosen nach Plattenosteosynthesen.

AP wurden meist mit Plattenosteosynthesen versorgt, wobei bei hypertrophen Pseudarthrosen fast durchweg auf eine Knochentransplantation verzichtet wurde. Der Marknagel wurde nur zu circa 10% zur Stabilisierung verwendet, und zwar ausschließlich bei hypertrophen Pseudarthrosen in Schaftmitte.

IP wurden meist mit dem Wagnergerät stabilisiert. Falls dadurch keine Heilung zu erzielen war, wurde nach Infektsanierung auf die Plattenosteosynthese mit Span/Spongiosaplastik übergewechselt.

AP und IP des Humerus

Entstanden waren Humeruspseudarthrosen hauptsächlich nach Fraktur im Rahmen von Verkehrsunfällen. Zu Pseudarthrosen nach konservativer Frakturbehandlung kam es meist wegen ungenügender Ruhigstellung oder nach extendierenden Verfahren.

Küntschnernagel und Rushpins sind zur Frakturversorgung am Oberarm wegen der fehlenden Rotationsstabilität nicht geeignet.

IP des Humerus entstanden in drei von vier Fällen nach Plattenosteosynthesen, wobei eine nicht ausreichende Stabilität wegen zu kurzer oder zu schmaler Platte anzuschuldigen war.

Nach Markraumstabilisierung kam es meist zu hypertrophen Pseudarthrosen, während konservative Erstbehandlung bzw. Plattenosteosynthese zu hypo/atropen Pseudarthrosen führte.

Humeruspseudarthrosen im proximalen Drittel waren selten.

AP wurden ausnahmslos mit der Plattenosteosynthese versorgt.

Bei hypertrophen Pseudarthrosen wurde in der Regel auf eine Span/Spongiosaplastik verzichtet. Bei IP wurde entweder versucht, zuerst den Infekt zu beseitigen und anschließend die Pseudarthrose knöchern auszuheilen, oder es wurde primär die Stabilisierung

vorgenommen und der Infekt nach dem knöchernen Durchbau zur Abheilung gebracht.

Eine postoperativ aufgetretene Radialisteilparese bildete sich in kurzer Zeit vollständig zurück, während präoperativ bereits bestehende Radialisparesen eine schlechte Rückbildungstendenz zeigten.

Sämtliche AP und IP des Humerus konnten knöchern ausgeheilt werden, wobei die funktionellen Endergebnisse bezüglich der Schulter- und Ellbogengelenksbeweglichkeit bei den IP wesentlich ungünstiger ausfielen.

Vorderarmpseudarthrosen, AP und IP

Der Anteil der Ulnapseudarthrosen lag bei 70%. Das weibliche Geschlecht war im Unterschied zu den anderen besprochenen Skelettanteilen zu knapp 50% betroffen.

Der Anteil der Verkehrsunfälle lag bei der Entstehung der Vorderarmpseudarthrosen bei knapp 40%. 80% der Fälle wurde primär operativ versorgt, wobei hauptsächlich Plattenosteosynthesen verwendet wurden. In einem Viertel der Fälle wurde die Fraktur mit intramedullären Kratträgern stabilisiert.

Zu 30% waren die Pseudarthrosen hypertroph, wobei kein Zusammenhang mit intramedullären Kraftträgern zu erkennen ist.

Zur operativen Versorgung der Pseudarthrosen wurde zu 85% die Plattenosteosynthese verwendet. Vorteil ist die rasche Wiederherstellung der Beweglichkeit, besonders der Umwundbewegungen. Eine IP konnte allein durch Metallentfernung bei bereits teildurchbauter Pseudarthrose zur Ausheilung gebracht werden. In einem weiteren Fall wurde nach mehrfachen Sequestrotomien und Fistelrevi-

sionen eine Plattenosteosynthese mit autologer Knochentransplantation durchgeführt.

17 von 20 Vorderarmseudarthrosen konnten knöchern ausgeheilt werden. Die Zeit bis zum knöchernen Durchbau lag bei 45% der Patienten unter sechs Monaten.

Schlußbemerkung

In der vorliegenden Arbeit wurde Folgendes festgestellt:

Pseudarthrosen entstehen durch: ungenügende Primärversorgung, d. h. inadäquate Osteosynthesetechnik oder unzureichende Ruhigstellung bei konservativer Primärversorgung.

Zur Behandlung von Pseudarthrosen ist die stabile Osteosynthese das Verfahren der Wahl.

Durch frühzeitige krankengymnastische Übungsbehandlung können Immobilisationsschäden weitgehend vermieden werden bzw. präoperativ bestehende Bewegungseinschränkungen zum Teil wesentlich gebessert werden.

Die Technik der autologen Spanverpflanzung mit oder ohne Spongiosaanlagerung führte in den meisten Fällen zur Ausheilung.

Bei IP ist die äußere Stabilisierung das Verfahren der Wahl.

Die Markraumschienung hat einen sehr begrenzten Indikationsbereich und wurde nur in ausgewählten Fällen verwendet.

Insgesamt heilten von den AP 93% knöchern aus, es mußte in keinem Fall amputiert werden.

Von den IP heilten 67,3%, in 11,5% mußte amputiert werden, oft auf Wunsch der Patienten bei langjährigem Bestehen der P.

Das ungünstigste Ergebnis wurde mit einer Heilungsrate von 50% bei den IP des Femurs erzielt.

Es könnte gezeigt werden, daß bei korrekter Behandlung und entsprechender Mitarbeit der Patienten die meisten Fälle von Pn zur Ausheilung gebracht werden konnten. Für jeden Patienten individuell wurde ein Behandlungsschema entworfen, das über die korrekte Osteosynthese - gegebenenfalls in mehreren Schritten, besonders bei IP - und anschließende intensive Nachbehandlung

zur Vermeidung von Immobilisationsschäden in den meisten Fällen zum Erfolg führte.

Altbewährte Techniken wie die autologe Spanverpflanzung haben durchaus noch ihre Berechtigung, neuentwickelte Techniken wie die elektromagnetische Feldspulenbehandlung können die heute üblichen Osteosyntheseverfahren sinnvoll ergänzen.

28 C

28 B

ABB. 28 A

Abb. 28: J. J., 27-jähriger Patient, P. nach Verkehrsunfall.

a: Primärversorgung der Unterschenkelfraktur mit drei Schrauben, nach sechs Wochen Vollbelastung im Gehgips.

b: Nach sechs Monaten Pseudarthrosenoperation, Stabilisierung mit 9-Loch AO-Platte und Anlagerung von autologer Beckenkamm-spongiosa.

c: 12 Monate nach Pseudarthrosenoperation knöcherner Durchbau.

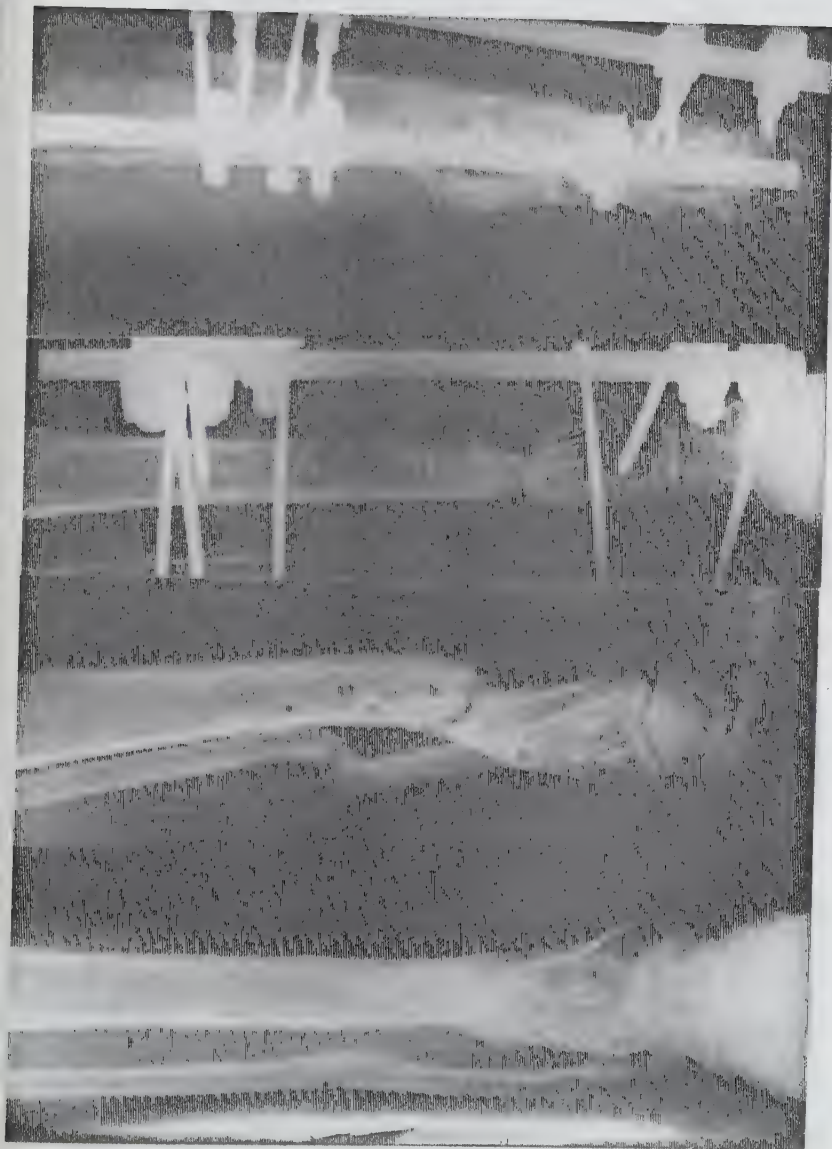


ABB. 29 A

29 B

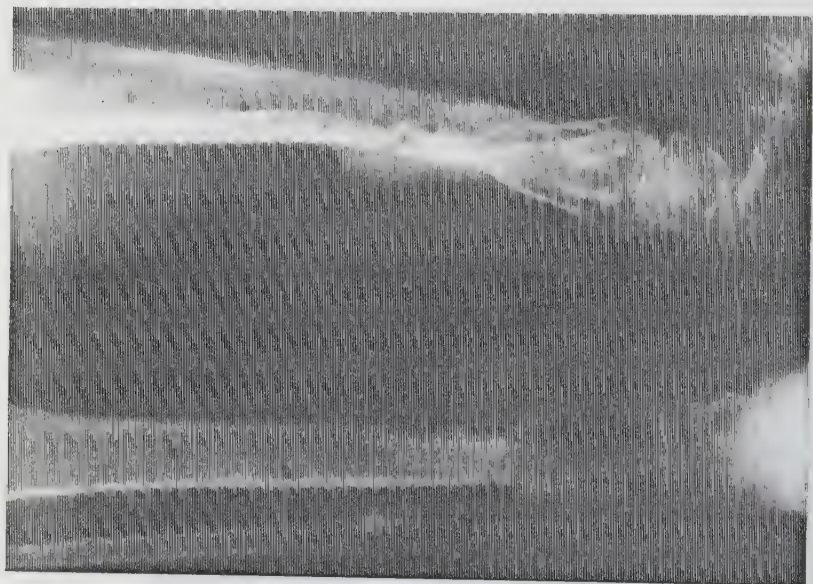


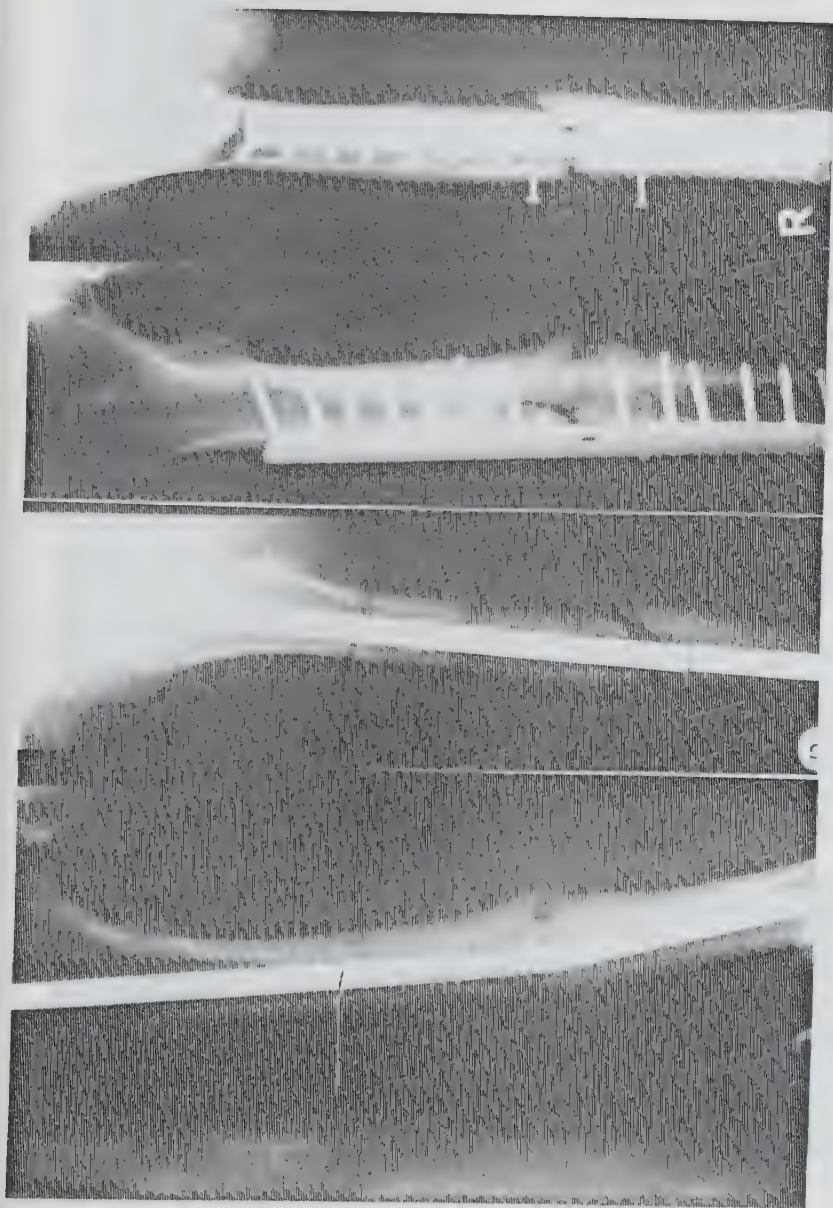
ABB. 29 C

Abb. 29: Korrekturosteotomie nach in Fehlstellung verheilte^r distaler Unterschenkel^rfraktur, Reoperation wegen Außenrotations^rfehlstellung mit Platte und Spongiosa. - Fistelbildung - .

a: Zustand nach Plattenentfernung

b: Anlage eines dreidimensionalen Fixateur externe und Beckenkamm^rspongiosa.

c: Nach neun Monaten Entfernung des Fixateur externe, Gehapparat für weitere sechs Monate. P. und Infekt sind ausgeheilt.



30 B

ABB. 30 A

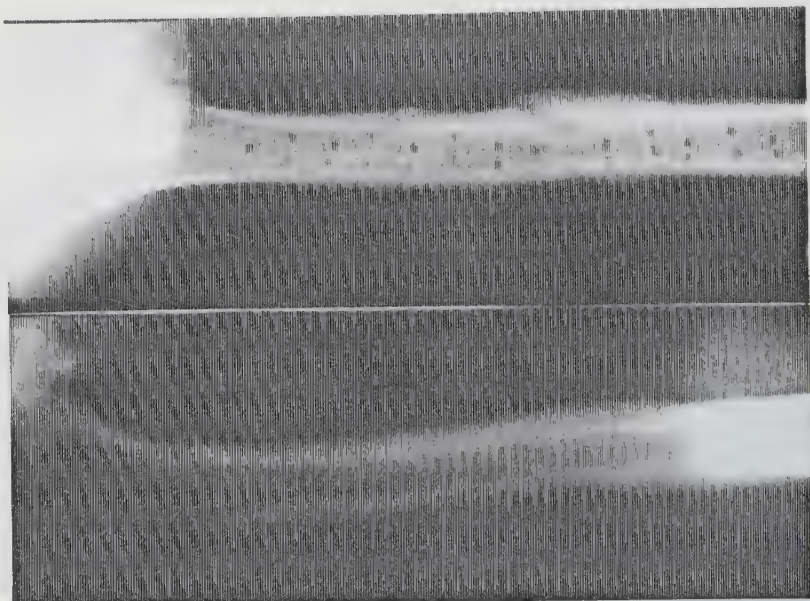


Abb 30 C

Abb. 30: J. F., 19-jähriger Patient, Femurfraktur nach Verkehrsunfall, mit Küntschnagel versorgt.

a: Nagelbruch bei hypertropher, völlig mobiler Pseudarthrose.

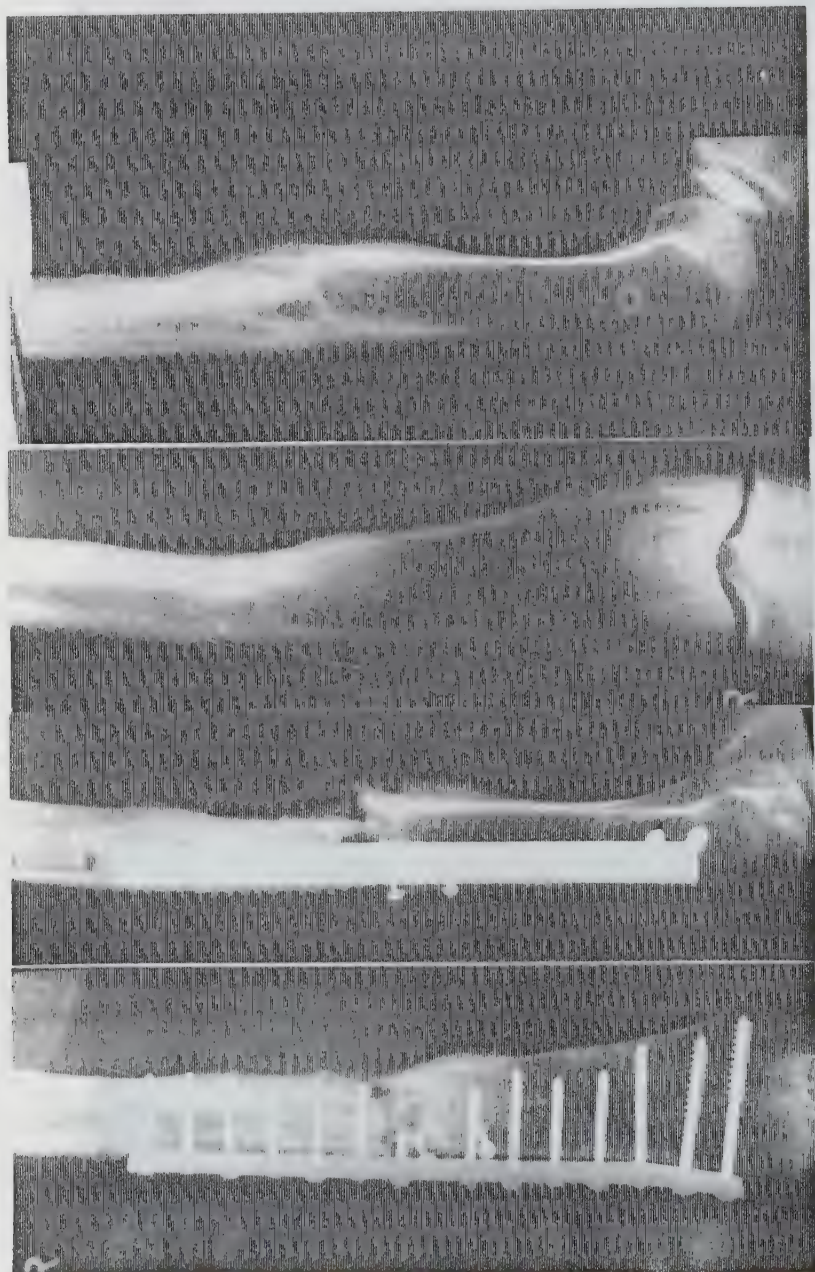
b: Versorgung mit 14-Loch DC-Platte, Spongiosa und 7 mal 12 cm messendem Span aus dem Beckenkamm.

c: Metallentfernung 14 Monate postoperativ, die Extremität ist völlig wiederhergestellt.



ABB. 31A

31 B



32 D

ABB. 31 C

Abb. 31: A. E., 19jähriger Patient, Femurfraktur bei Verkehrsunfall, Primärversorgung mit Küntschnagel, Infektbildung.

a: Darstellung der Fistel durch Fistelfüllung

b: Fistelrevision mit Ausräumung der pseudarthrotischen Höhle, Anlegen des Wagnergeräts.

c: nach neun Monaten Entfernung des Wagnergeräts wegen Osteolyse im Schraubenbereich, in einer zweiten Sitzung Anlegen einer 14 - Loch Neutralisationsplatte mit Span und Spongiosa.

d: nach 15 Monaten Metallentfernung, P. und Infekt sind ausgeheilt, es verbleibt eine Beinverkürzung von drei Zentimetern sowie eine Einschränkung der Innenrotation von $1/3$ zur Gegenseite und eine Beugedefizit von 30° im Kniegelenk.

32 C

32 B

ABB. 32 A

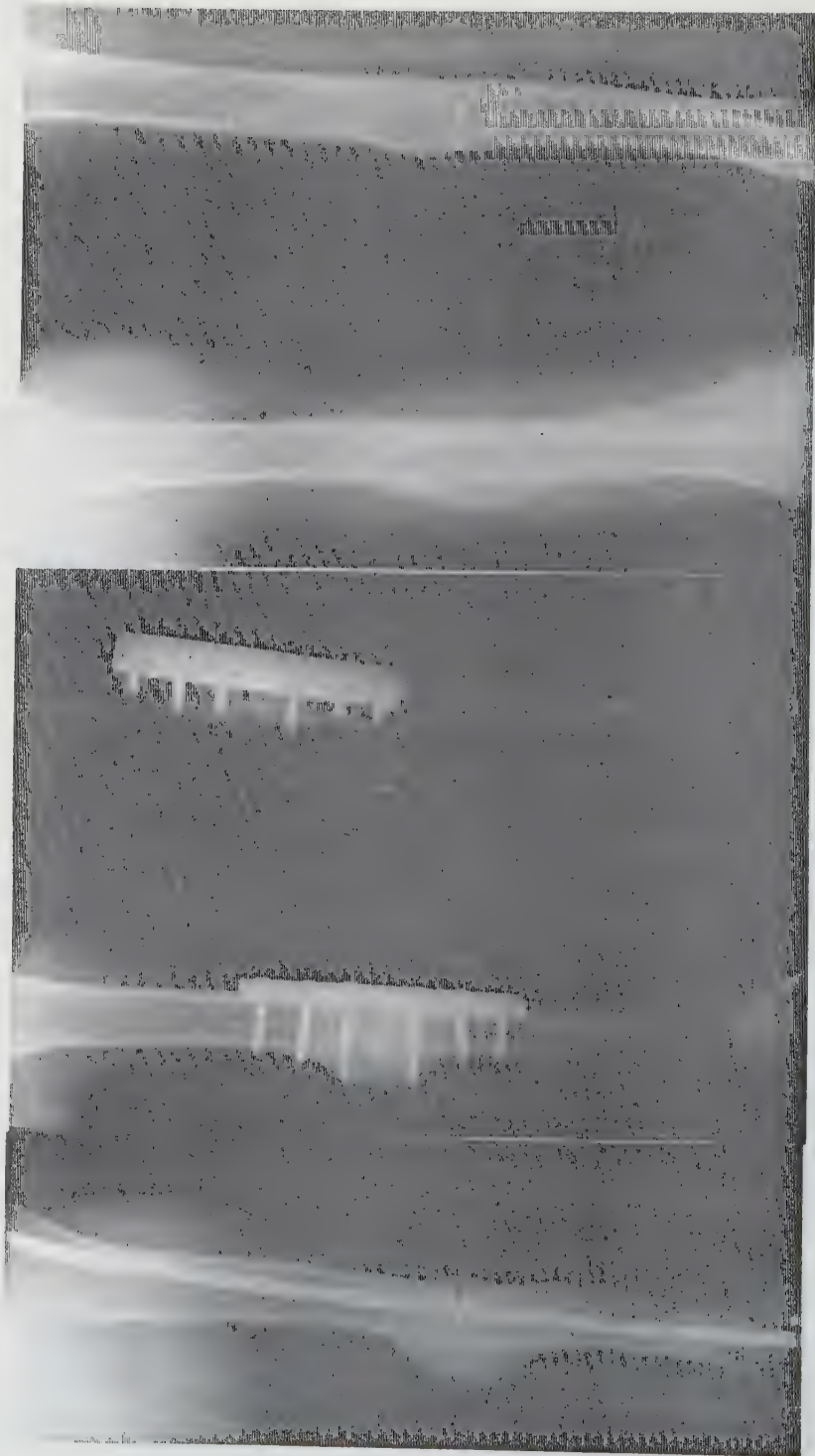


Abb. 32: J. B., 29jähriger Patient, Humerusschaftfraktur bei Verkehrsunfall.

a: Hypertrophe P. bei Primärversorgung mit Rushpin.

b: Metallentfernung, Anlegen einer selbstspannenden 6-Loch-Platte.

c: Nach 13 Monaten Metallentfernung, die P. ist knöchern ausgeheilt. Die präoperativ bestehende Einschränkung der Ellbogenbeweglichkeit (0/30/130) ist nahezu aufgehoben.

33 C

33 B

ABB. 33 A

Abb. 33: Ehemals IP der Ulna. C. L., 27jährige Patientin,
Ulnapseudarthrose nach Monteggiafraktur.

- a: Primärversorgung mit 6 - Lochplatte, postoperativ Fistelbildung mit Plattenlockerung.
- b: Nach 20 Monaten Metallentfernung und Anlagerung von autologer Spongiosa, da die Fraktur ausreichend fest erschien.
- c: 20 Monate postoperativ sichere Durchbauung und Ausheilung des Infekts, geringgradige Bewegungseinschränkung.

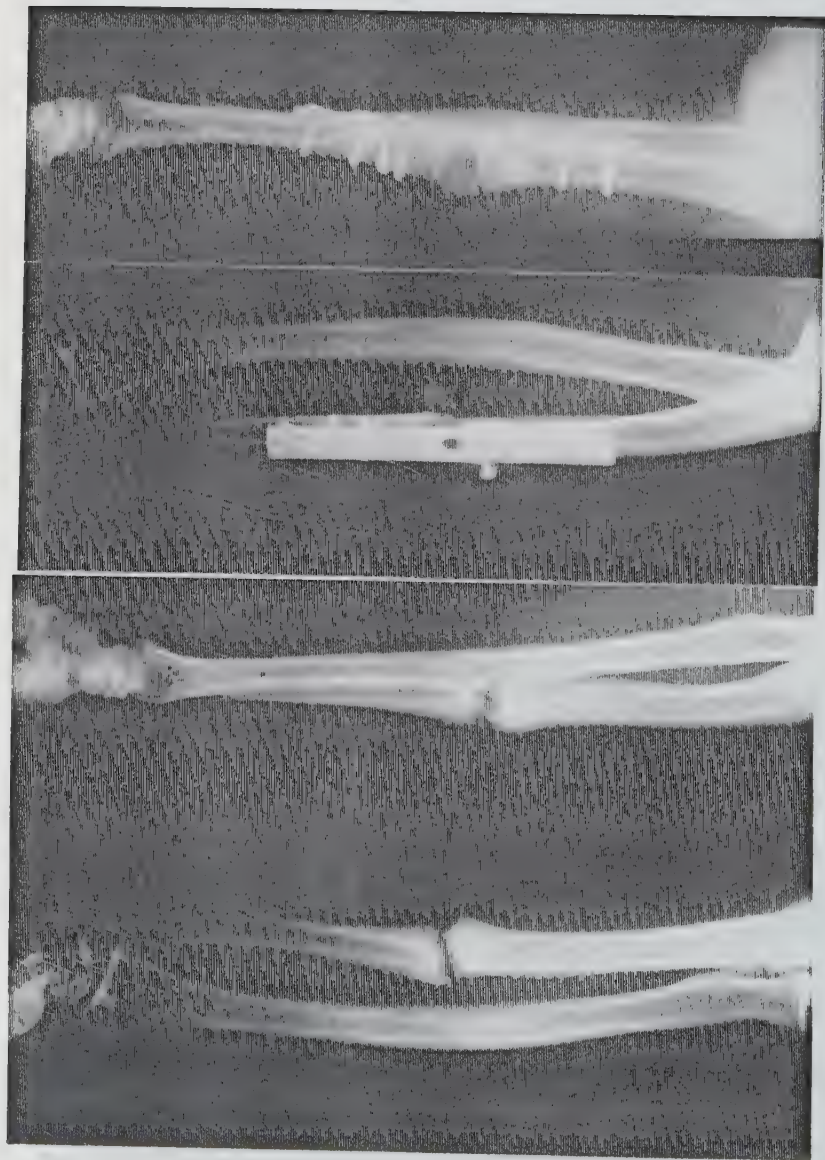


ABB. 34A

34B

34 D

ABB. 34 C

Abb. 34: Nach Angaben des Patienten nicht erkannte Ulnafraktur

a: Straffe Ulnapseudarthrose in Schaftmitte

b: Nach Pseudarthrosenresektion Einbringen eines 5cm langen T-Planes in den Defekt und Anlegen einer 7 - Lochplatte.

c: Drei Monate postoperativ ist die . durchunt.

d: Endzustand, es verbleibt eine Ulnaverkürzung von 6mm sowie geringgradige Bewegungseinschränkungen im Ellbogen- und Handgelenk.

1. Ahlers, J., Schwarzkopf, W., Kirschner, P., Nowack, G.:
Die Tibia-Infekt-Pseudarthrose-Behandlung und Ergebnisse.
Klinische Studie von 25 Fällen. Zentralblatt Chirurgie,
106,31 (1981)
2. Albach, W., Übelhör, A., Marciniowski, P.:
Probleme des Implantatwechsels am Unterarm. Hefte Unfallheil-
kunde, 132,469 (1978)
3. Benedetto, K.P., Oberhammer, J.:
Infektsanierung bei infizierten Pseudarthrosen am Unterschenkel.
Zeitschrift für Orthopädie, 120,583 (1982)
4. Brandmair, W., Stübinger, B., Duspiva, W.:
Die Bedeutung der offenen Spongiosaplastik bei der Behandlung
von infizierten Unterschenkelfrakturen. Zeitschrift für Ortho-
pädie, 120,588 (1982)
5. Daniaux, H.:
Faszienplastik zum mehrschichtigen Verschuß der medialen
Tibiafläche bei Operationen am Unterschenkel. Zeitschrift für
Orthopädie, 120,595 (1982)
6. Duerr, W., Böhm, K.D.:
Die Fibula-pro-Tibia-Operation bei infizierten Defektpseud-
arthrosen am Unterschenkel. Aktuelle Traumatologie, 12,269 (1982)
7. Duspiva, W., Biemer, E., Stock, W.:
Weichtail- und Knochenersatz bei infizierten Pseudarthrosen
mit Hilfe der Mikrochirurgie. Zeitschrift für Orthopädie, 120,
594 (1982)
8. Echtermeyer, V., Muhr, G., Gotzen, L.:
Operationstaktik bei langstreckigen Infekt-Defektpseudarthrosen
der Tibia. Zeitschrift für Orthopädie, 120, 588 (1982)

Lehrbuch der allgemeinen Pathologie und der pathologischen Anatomie. 30. Auflage (1977), Springer Verlag

10. Exner, G.:

Kleine Orthopädie. 10. Auflage (1980), G. Thieme Verlag

11. Finkbeiner, G.F.:

Pseudarthrosen und verzögerte Heilung nach Unterarmbrüchen. Unfallheilkunde, 83,353 (1980)

12. Härle, A.:

Die Behandlung infizierter Defekt-Pseusarthrosen mit Gentamycin-PMMA. Zeitschrift für Orthopädie, 120,597 (1982)

13. Hagemann, H., Schauwecker, H.H.:

Behandlung infizierter langstreckiger Defektpseudarthrosen der Tibia. Unfallheilkunde, 84,240 (1981)

14. Heberer, G., Köle, W., Tscherne, H.:

Chirurgie-Lehrbuch für Studenten der Medizin und Ärzte. 3. Auflage,(1980), Springer Verlag

15. Hermichen, H.G., Pfister, U., Weller, S.:

Einflüsse der Frakturbehandlung auf die Entstehung von Oberarmschaftspseudarthrosen. Aktuelle Traumatologie, 10,137 (1980)

16. Hoehndorf, H., Seyfarth, H., Pretzsch, J., Wilhelm, B.:

Die Plattenosteosynthese bei nichtinfizierten Pseudarthrosen langer Röhrenknochen. Beiträge zur Orthopädischen Traumatologie, 26,204 (1979)

17. Hörster, G., Hierholzer, G., Böhm, E.:

Taktik des operativen Vorgehens bei infizierten Schaftpseudarthrosen im Bereich verschiedener Skelettabschnitte. Zeitschrift für Orthopädie, 120,580 (1982)

18. Hussl, H., Papp, Ch., Anderl, H. u.a. :

Alternativen zur Weichteildeckung an der unteren Extremität bei infizierten Pseudarthrosen. Zeitschrift für Orthopädie, 120, 596 (1982)

19. Jäger, M., Küwetter, W., Wirth, C.J., Witt, A.N.:
Nachuntersuchungsergebnisse bei Plattenverschraubung mit und ohne autologem Span zur Behandlung von Callusverzögerungen und Pseudarthrosen. Arch. orthop. Unfallchirurgie, 77, 203 (1973)
20. Kalnbers, W., Dserve, J., Kalnbers, K.:
Ergebnisse der kompressions-Distraktionsosteosynthese mit dem Apparat von W. Kalnbers bei der Behandlung von Pseudarthrosen der Unterschenkelknochen. Beiträge zur Orthopädischen Traumatologie, 27, 694 (1980)
21. Kleining, R., Vitt, K.D.:
Der cortica-spongiöse Beckenkammspan bei der Behandlung von Unterarmdefektpseudarthrosen. Hefte Unfallheilkunde, 132, 460 (1978)
22. Kleining, R., Hartmann, B.:
Stabilitätsanalyse intern fixierter Defektpseudarthrosen unter Verwendung verschiedener autologer Knochentransplantate. Unfallheilkunde, 82, 445 (1979)
23. Korn, U., Benckendorff, E.P., Weh, L.:
Die Langzeitanwendung des Fixateur externe bei osteomyelitischen Defektpseudarthrosen-Alternative zur Amputation. Zeitschrift für Orthopädie, 120, 589 (1982)
24. Kuner, E.H., Braun, C., Hendrich, V.:
Falschgelenk nach Unterarmbruch. Hefte Unfallheilkunde, 132, 449 (1978)
25. Lechner, F., Oeller, G., Ascherl, R.:
Behandlung infizierter Pseudarthrosen mit der elektrodynamischen Feldtherapie. Fortschritte der Medizin, 97, Heft 20, 943 (1977)
26. Lob, G., Spier, W., Burri, C.:
Maßnahmen zur Verbesserung der Transplantatlagerdurchblutung bei infizierten Pseudarthrosen. Zeitschrift für Orthopädie, 120, 591 (1982)

Lebenslauf in Stichpunkten

- geboren am 22. September 1951 in München
- Eltern: Dr. med Hermann Meyr, Augenarzt
verstorben am 2. November 1959
Theresia Meyr, geb. Limmer, Hausfrau
- schulischer Werdegang: Einschulung im September 1957
1957-61 Grundschule Erding
1961-70 Gymnasium Erding
1970 Abitur
- akademische Ausbildung: 1970-1976 Studium Bauwesen TU München
1976 Abschluß als Diplomingenieur
1977-83 Studium der Medizin LMU München
1983 Ablegen des Dritten Staatsexamens
- verheiratet seit dem 25.4.1983 mit Daniéla Meyr, geb. Pescht
- Wohnsitze: 1951-1980 in Erding
seit 1980 in Bayerbach
- Berufstätigkeit: Oktober-Dezember 1983 Assistenzarzt in der
Allgemeinpraxis Dr. Renger/Schierling
Januar-Februar 1984 Assistenzarzt in der
Inneren Abt. des Schwesternkrankenhauses
in Mallersdorf
seit März 1984 Assistenzarzt in der
Chirurgischen Abt. des Kreiskrankenhauses
Eggenfelden

Bayerbach,
Juli, 1984

..... Hermann Meyr

(Hermann Meyr)

